

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» _____ 201__ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ЗАЩИТНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ**

Б1.Б.19.20 (2013-2015 гг.)

Б1.Б.20.20 (2016-2018 гг.)

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

ПРОГРАММА СПЕЦИАЛИТЕТА

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и
оборудование**

Квалификация выпускника: инженер

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	8
4.3 Лабораторные работы.....	10
4.4 Практические занятия.....	10
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	10
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
9.1. Лабораторные работы.....	13
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	45
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	45
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	46
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	53
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	54
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	55

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Получение знаний об основных свойствах (механических, физико-химических, технологических) конструкционных и защитно-отделочных материалов, используемых в современном машиностроении, закономерностях их изменения в процессе обработки и эксплуатации.

Задачи дисциплины

Приобретение практических навыков по рациональному выбору металлических и защитно-отделочных материалов для деталей подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: основные методы анализа и синтеза; уметь: применять на практике методы анализа и синтеза; владеть: навыками абстрактного мышления, анализа, синтеза;
ПК-11	способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;	знать: требования, предъявляемые к конструкционным и защитно-отделочным материалам, и принципы их выбора; уметь: осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования; владеть: навыками выбора технологий и режимов, обеспечивающих целенаправленное регулирование свойств конструкционных материалов;
ПСК-2.8	способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.	знать: классификацию и маркировку металлов и сплавов; уметь: осуществлять исходя из условий эксплуатации, изготовления и экономических соображений выбор материалов для подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин; владеть: практическими навыками по рациональному выбору металлических и защитно-отделочных материалов для деталей подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Конструкционные и защитно-отделочные материалы относится к базовой части.

Дисциплина Конструкционные и защитно-отделочные материалы базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как технология конструкционных материалов, материаловедение.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Конструкционные и защитно-отделочные материалы представляют основу для изучения дисциплин: Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования; Ремонт и утилизация Подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации специалист.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	6	108	68	34	34	-	40	-	зачет
Заочная	2	-	108	16	8	8	-	88	-	зачет
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			6
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	68	20	68
Лекции (Лк)	34	-	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	20	34
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+

II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	40	-	40
Подготовка к лабораторным работам	20		20
Подготовка к зачету	20	-	40
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4		5
1.	Производство металлов и сплавов.	22	6	6	10
1.1.	Материалы для производства металлов и сплавов.	8	2	2	4
1.2.	Производство чугуна.	7	2	2	3
1.3.	Физико-химическая сущность получения стали.	7	2	2	3
2.	Стали.	46	14	14	18
2.1.	Классификация и маркировка сталей.	10	3	3	4
2.2.	Конструкционные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям.	10	3	3	4
2.3.	Углеродистые и низколегированные конструкционные стали для машиностроения.	10	3	3	4
2.4.	Коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные, криогенные, износостойкие, пружинно-рессорные стали.	10	3	3	4
2.5.	Инструментальные стали и сплавы.	6	2	2	2
3.	Чугуны.	12	4	4	4
3.1.	Классификация и маркировка чугунов.	12	4	4	4
4.	Цветные металлы и сплавы.	28	10	10	8
4.1.	Алюминий и его сплавы.	12	4	4	4
4.2.	Титан и его сплавы.	8	3	3	2
4.3.	Медь и медные сплавы.	8	3	3	2
ИТОГО		108	34	34	40

- для заочной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4		5
1.	Производство металлов и сплавов.	26	2	2	22
1.1.	Материалы для производства металлов и сплавов.	12	-	-	12
1.2.	Производство чугуна.	7	1	1	5
1.3.	Физико-химическая сущность получения стали.	7	1	1	5
2.	Стали.	26	2	2	22
2.1.	Классификация и маркировка сталей.	4	1	1	2
2.2.	Конструкционные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям.	7	1	1	5
2.3.	Углеродистые и низколегированные конструкционные стали для машиностроения.	15	-	-	5
2.4.	Коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные, криогенные, износостойкие, пружинно-рессорные стали.	15	-	-	5
2.5.	Инструментальные стали и сплавы.	5	-	-	5
3.	Чугуны.	24	1	1	22
3.1.	Классификация и маркировка чугунов.	24	1	1	22
4.	Цветные металлы и сплавы.	28	3	3	22
4.1.	Алюминий и его сплавы.	12	1	1	10
4.2.	Титан и его сплавы.	8	1	1	6
4.3.	Медь и медные сплавы.	8	1	1	6
ИТОГО		104	8	8	88

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.

<i>№ раздела и темы</i>	<i>Наименование раздела и темы дисциплины</i>	<i>Содержание лекционных занятий</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4
1.	Производство металлов и сплавов.		-
1.1.	Материалы для производства металлов и сплавов.	Руда, флюсы, топливо и огнеупорные материалы для производства чугуна, стали и цветных металлов. Назначение флюса. Назначение и получение кокса. Назначение огнеупоров. Допустимые сочетания огнеупоров с флюсами. Исходные материалы, применяемые для получения чугуна. Процесс агломерации.	-
1.2.	Производство чугуна.	Технология производства чугуна в доменных печах. Подготовка руд к доменной плавке. Дробление, сортировка и обогащение руды.	-
1.3.	Физико-химическая сущность получения стали.	Передельный чугун и стальной лом (<i>скрап</i>) - основные материалы для производства стали. Введение легирующих элементов, которые требуются для конкретной марки производимой стали.	-
2.	Стали.		-
2.1.	Классификация и маркировка сталей.	Углеродистые и легированные конструкционные стали: назначение, термическая обработка, свойства. Стали, устойчивые против коррозии. Жаропрочные стали и сплавы. Инструментальные материалы: инструментальные и быстрорежущие стали.	-
2.2.	Конструкционные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям.	Машиностроительные стали для изготовления различных деталей машин и механизмов: 1) по химическому составу (углеродистые и легированные); 2) по обработке (цементуемые, улучшаемые); 3) по назначению (пружинные, шарикоподшипниковые). Требования, предъявляемые к конструкционным сталям.	-
2.3.	Углеродистые и низколегированные конструкционные стали для машиностроения.	Классификация углеродистых сталей: - низкоуглеродистая (до 0,25% C), - среднеуглеродистая (0,25-0,6% C), - высокоуглеродистая (более 0,6% C). Углеродистые стали обыкновенного качества и качественная конструкционная	-

		сталь.	
2.4.	Коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные, криогенные, износостойкие, пружинно-рессорные стали.	Коррозия электрохимическая и химическая. Классификация коррозионно-стойких сталей и сплавов Хромистые стали. Жаростойкость, жаростойкие стали и сплавы. Классификация жаропрочных сталей и сплавов. Износостойкие стали. Пружинно-рессорные стали. Классификация.	-
2.5.	Инструментальные стали и сплавы.	Инструментальные стали для изготовления режущего, измерительного инструмента и штампов. Углеродистые инструментальные стали. Легированные стали для режущего инструмента. Низколегированные стали быстрорежущих сталей.	-
3.	Чугуны.		-
3.1.	Классификация и маркировка чугунов.	Передельный чугун. Литейный (серый) чугун. Высокопрочные чугуны. Ковкий чугун. Отбеленный чугун.	-
4.	Цветные металлы и сплавы.		-
4.1.	Алюминий и его сплавы.	Первичный алюминий. Деформируемые алюминиевые сплавы, неупрочняемые термической обработкой. Деформируемые алюминиевые сплавы, упрочняемые термической обработкой.	-
4.2.	Титан и его сплавы.	Свойства титана. Аллотропические модификации титана. Литейные сплавы титана. Деформируемые сплавы титана. Применение титана и его сплавов.	-
4.3.	Медь и медные сплавы.	Свойства меди. Механические свойства технической меди. Латунь. Бронзы. Применение меди и ее сплавов в машиностроении.	-

4.3. Лабораторные работы.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем лабораторных работ</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Основные виды металлов и сплавов.	2	Подготовка и защита презентаций с применением ИКТ (1 час.)
2		Производство чугуна.	2	Подготовка и защита презентаций с применением ИКТ (1 час.)
3		Физико-химическая сущность получения стали.	2	Подготовка и защита презентаций с применением ИКТ (1 час.)
4	2.	Классификация сталей. Конструкционные стали.	6	Подготовка и защита презентаций с применением ИКТ (4 час.)
5		Углеродистые и легированные стали.	6	Подготовка и защита презентаций с применением ИКТ (2 час.)
6		Инструментальные стали и сплавы.	2	Подготовка и защита презентаций с применением ИКТ (1 час.)
7	3.	Классификация и маркировка чугунов.	4	Подготовка и защита презентаций с применением ИКТ (3 час.)
8	4.	Алюминий и его сплавы.	4	Подготовка и защита презентаций с применением ИКТ (3 час.)
9		Титан и его сплавы.	3	Подготовка и защита презентаций с применением ИКТ (2 час.)
10		Медь и медные сплавы.	3	Подготовка и защита презентаций с применением ИКТ (2 час.)
ИТОГО			34	20

4.4. Практические занятия.

Учебным планом не предусмотрено.

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.

Учебным планом не предусмотрено.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОК</i>	<i>ПК</i>	<i>ПСК</i>				
		<i>1</i>	<i>11</i>	<i>2.8</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Производство металлов и сплавов.	22	+	+	+	3	6	Лк, ЛР, СР	зачет
2. Стали.	46	+	+	+	3	15	Лк, ЛР, СР	зачет
3. Чугуны.	12	+	+	+	3	5	Лк, ЛР, СР	зачет
4. Цветные металлы и сплавы.	28	+	+	+	3	10	Лк, ЛР, СР	зачет
<i>всего часов</i>	108	36	36	36	3	36		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс]. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698	Лк ЛР	ЭР	1
2.	Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342	Лк ЛР	ЭР	1
Дополнительная литература				
3.	Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс]. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493	Лк ЛР СР	ЭР	1
4.	Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс]. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615	Лк ЛР СР	ЭР	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Работа на лекциях: ведение конспекта лекционного материала для успешного использования его при подготовке к зачету, закреплению и расширения теоретических знаний. Лекция — устное систематическое и последовательное изложение материала по какой-либо проблеме, теме или вопросу. Форма лекции обычно применяется при изложении нового, довольно объемного материала. Она, как правило, состоит из трех частей: вступления (введения), изложения и заключения. В кратком вступлении обозначаются тема, план и цель лекции. После проработки лекционного материала обучающийся должен четко владеть следующими аспектами по каждой лекции:

- знать тему;
- четко представлять план лекции;
- уметь выделять основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций.

Лабораторный практикум направлен на практическое изучение наиболее распространенных способов механических испытаний металлических материалов, макроскопического и микроскопического анализа металлов и сплавов, основ термической обработки сталей. Студенты проводят расчеты и анализ полученных результатов, по каждой работе оформляется отчет по определенной форме. В каждой лабораторной работе предусмотрено индивидуальное задание для выполнения.

Самостоятельная работа выполняет функцию закрепления, повторения изученного материала. Выполнение самостоятельной работы способствует углублению знаний и более успешному формированию умений и навыков, связанных с изучением конкретных тем.

Характер самостоятельной работы: развитие способностей самостоятельно решать задачи по статистической обработке экспериментальных данных. Самостоятельная работа дисциплинирует обучающихся, развивает произвольное внимание и совершенствует навыки целесообразного восприятия.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1 (2 часа).

Тема: Основные виды металлов и сплавов.

Цель работы: ознакомление с основными видами металлов и сплавов, их физико-механическими свойствами и областью применения; изучение общей терминологии, принятой действующими стандартами на металлы и сплавы.

Ход работы:

1. Систематизировать основные физические свойства металлов и сплавов.

Теоретическое введение.

Металлы обладают высокими теплопроводностью и электрической проводимостью, ковкостью, блеском и другими свойствами, обусловленными наличием в них кристаллической решетке большого числа свободных электронов.

Обычно металлы применяют в виде сплавов. Металлический сплав представляет собой вещество, обладающее свойствами металлов и получаемое в результате взаимодействия двух или нескольких элементов.

Все металлы и сплавы можно разделить на черные (железо и сплавы на его основе) и цветные (все остальные металлы и сплавы).

Черные металлы

Железо (Fe) блестящий серебристо-белый металл с сероватым оттенком, легко обрабатывается резанием и давлением. Его плотность $7,8 \text{ г/см}^3$, температура плавления 1812 К . В чистом виде из-за низкой прочности практически не используется.

Сталь - сплав железа с углеродом (до 2,14%) и другими элементами. Содержание углерода оказывает определенное влияние на свойства стали: с увеличением углерода возрастают, например, твердость, предел прочности сплава, но уменьшаются пластичность и ударная вязкость. Плотность стали $7,7\text{-}7,9 \text{ г/см}^3$.

По химическому составу стали подразделяются на *углеродистые* и *легированные*. Углеродистая сталь наряду с железом и углеродом содержит марганец (до 1%) и кремний (до 0,4%), а также вредные примеси (серу, фосфор). В состав легированных сталей помимо указанных компонентов, входят легирующие элементы (хром, никель, титан и др.), повышающие качество сплавов.

По назначению различают стали конструкционные, инструментальные и стали с особыми физическими и химическими свойствами. Конструкционные стали (содержание углерода примерно 0,4...0,7%) применяют для изготовления деталей машин, конструкций и сооружений. Эти стали должны обладать высокой прочностью, пластичностью и вязкостью в сочетании с хорошими технологическими свойствами.

Инструментальные стали отличаются довольно высоким содержанием углерода (0,7...2,14%) и обладают высокой твердостью, прочностью, износостойкостью; применяются для изготовления различного инструмента.

По качеству стали классифицируют на стали обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особовысококачественные.

По способу придания формы и размеров различают сталь литую (стальное фасонное литье), кованую (поковки, свободной ковки и штамповки), катаную (прокат различного профиля: прутки, лента, лист и др.).

Чугун - сплав железа с углеродом (более 2,14%), некоторым количеством марганца, кремния, серы, а иногда другими элементами. Чугун более хрупок, чем сталь, он хуже сваривается, но обладает лучшими литейными свойствами. Поэтому изделия из чугуна получают исключительно литьем. Плотность чугуна $7\text{-}8 \text{ г/см}^3$.

По назначению и химическому составу чугуны разделяются на литейные, переплавные, ковкие и специальные.

В отливках из серого чугуна (литейного) углерод находится в свободном состоянии в виде пластинчатого графита, сообщающего излому серый цвет. Серый чугун сравнительно мягок, хорошо обрабатывается резанием и обладает отличными литейными свойствами, поэтому из него изготавливается чугунное литье для нужд машиностроения и других отраслей промышленности (корпусные детали, станины, блоки цилиндров и т.п.).

Отливки из белого чугуна (переплавного) в изломе блестяще-белого цвета (отсюда и название), чугун хрупок, тверд и трудно обрабатывается резанием, т.к. углерод находится в связанном состоянии в виде карбида железа. Белые чугуны перерабатываются в сталь, поэтому их и называют переплавными.

Ковкий чугун получают путем длительного отжига белого чугуна. Он имеет в структуре графит хлопьевидной формы и в связи с этим обладает довольно высокими механическими свойствами, прежде всего пластичностью. Ковкие чугуны используют для изготовления ответственных и тонкостенных отливок (корпусы подшипников, картеры редукторов, звездочки приводных цепей и т.п.).

Для повышения качества чугунных отливок применяют модифицирование чугуна путем добавки незначительных количеств модификаторов. Большое распространение получил так называемый высокопрочный чугун с включениями шаровидного графита (модифицирование серого чугуна магнием или цезием). Предел прочности этого вида чугуна очень высок, основные физические и технологические качества его также выше, чем у серого. Из высокопрочного чугуна изготавливают как мелкие тонкостенные отливки (поршневые кольца), так и отливки массой более 10 т (шаботы ковочных молотов, рамы прессов и прокатных станов).

Специальные чугуны, называемые также ферросплавами (ферросилиций, ферромарганец, феррохром и др.), отличаются от обычного чугуна повышенным содержанием кремния и марганца, а также хрома, титана, вольфрама и других элементов. Применяются ферросплавы для раскисления и легирования стали.

Цветные металлы и сплавы

Алюминий - легкий металл серебристо-белого цвета, его плотность $2,7 \text{ г/см}^3$, температура плавления 933 К. Механические свойства литого алюминия высокой чистоты и технического (отожженного)- алюминия соответственно следующие: предел прочности $\sigma_B=50$ и 80 МПа, твердость HB 150 и 250 МПа, относительное удлинение $\delta=45$ и 30%.

Чистый алюминий - хороший проводник тепла и электрического тока, легко поддается холодной и горячей обработке давлением. Применяется для изготовления электропроводов, химической аппаратуры, для производства легких сплавов и т. п.

Основное промышленное применение получили алюминиевые сплавы, которые можно разделить на две группы: деформируемые и литейные.

Деформируемые сплавы обладают достаточно высокой прочностью и пластичностью ($\sigma_B=120\ldots350$ МПа, HB 400...500, $\delta = 10\ldots 25\%$) и поэтому сравнительно легко поддаются обработке как в горячем, так и в холодном состоянии (прокатке, прессованию, волочению, ковке, штамповку и др.); из деформируемых сплавов изготавливают прутки, листы, проволоку, прессованные профили, поковки и т.д.

К этой же группе сплавов относятся и дуралюмины сплавы со сложным химическим составом, основу которого составляют алюминий, медь и магний; для повышения коррозионной стойкости добавляют марганец. Дуралюмины характеризуются небольшой плотностью, высокой прочностью, достаточной твердостью и вязкостью ($\sigma_B = 200\ldots250$ МПа, HB 400...500, $\delta = 18\ldots25\%$).

Из литейных алюминиевых сплавов изделия получают методом литья. Такие сплавы обладают высокой жидкотекучестью, что позволяет изготавливать тонкостенные, плотные отливки со сравнительно малой усадкой, без трещин, с высокой прочностью, коррозионной стойкостью, тепло- и электропроводностью ($\sigma_B = 130\ldots300$ МПа, HB500... 800, $\delta = 2\ldots6\%$).

Никель - пластичный, блестящий белый металл с серебристым оттенком. Его плотность $8,9 \text{ г/см}^3$, температура плавления 1726 К. Применяется главным образом в качестве легирующего элемента в производстве специальных сталей и сплавов (жаропрочных, нержавеющих и др.) и для защитных покрытий (никелирования).

Никелевые сплавы отличаются жаростойкостью, жаропрочностью, ценными магнитными или электрическими свойствами, высокой коррозионной стойкостью, прочностью и пластичностью (для мягких и твердых сплавов соответственно $\sigma_B = 420\ldots600$ и $730\ldots820$ МПа, HB900... 1400 и 1900, $\delta = 40$ и 3%). Благодаря этим ценным свойствам, никелевые сплавы используются для изготовления специальной аппаратуры, деталей точных измерительных приборов и т.п.

Медь - мягкий, пластичный металл розово-красного цвета, его плотность $8,44 \text{ г/см}^3$, температура плавления 1356 К. Во влажной атмосфере покрывается зеленой пленкой окиси. Обладает высокой электро- и теплопроводностью, коррозионной стойкостью, пластичностью (соответственно для литой и горячедеформируемой технической меди $\sigma_B=160$ и 240 МПа,

НВ 160 и 40, $\delta=25$ и 45%), что и определяет область ее применения: около 50% добываемой меди идет на нужды электротехнической промышленности. На основе меди изготавливают также сплавы - латуни, бронзы и др.

Медно-цинковые сплавы с содержанием меди от 55 до 91% называются *латунями*. Добавка в сплав, таких элементов, как алюминий, марганец и др., повышает его твердость, прочность ($\sigma_B=260\ldots450$ МПа, НВ530...1000, $\delta=25\ldots65\%$). Латуни нашли широкое распространение в машиностроении для изготовления листов, лент, полос, труб, арматур, втулок и т.д.

Бронзы - это сплавы меди с любым другим металлом (кроме цинка), а также с металлоидами. В качестве компонентов сплава применяются олово, алюминий, бериллий, марганец, свинец, кремний и др. Разнообразные бронзы, обладающие высокой прочностью, пластичностью, антифрикционными свойствами и коррозионной стойкостью, применяются в различных отраслях техники.

Магний - очень легкий, пластичный, блестящий металл серебристо-белого цвета, плотностью $1,74 \text{ г/см}^3$ и температурой плавления 924 К. Механические свойства деформированного и отожженного магния: $\sigma_B=190$ МПа, НВ400, $\delta=11\%$. Применяется для производства легких сплавов, раскисления получения ванадия, титана, урана, а также высокопрочного чугуна и др.

Цинк - блестящий металл голубовато-белого цвета, его плотность $7,1 \text{ г/см}^3$, температуру плавления 692 К. На воздухе покрывается пленкой окиси. Применяется в качестве листового проката, в сплавах с другими металлами, для цинкования изделий, в химическом производстве и др.

Свинец - блестящий, мягкий металл синевато-серого цвета, очень пластичен, плотностью $11,3 \text{ г/см}^3$ температурой плавления 600 К, легко обрабатывается давлением в холодном-состоянии. Применяется для изготовления оболочек кабелей, аккумуляторных пластин, химической аппаратуры и в виде сплавов с другими металлами.

Олово - мягкий, пластичный (плотность $7,3 \text{ г/см}^3$, температура плавления 505 К), серебристо-белый блестящий металл, медленно тускнеющий на воздухе. Применяется для изготовления белой жести (консервная промышленность), в виде сплавов с другими материалами (бронза, антифрикционные сплавы) и для пайки.

Хром - серебристо-белый блестящий металл плотностью $7,2 \text{ г/см}^3$ и температурой плавления 1823 К. Применяется главным образом в качестве легирующего элемента при выплавке жаропрочной, легированной стали и других сплавов, а также для защитных покрытий (хромирование).

Титан - легкий, тугоплавкий, прочный и пластичный металл серебристо-белого цвета, его плотность $4,5 \text{ г/см}^3$, температура плавления 1938 К. Чистый титан имеет следующие механические свойства: $\sigma_B=250$ МПа, НВ<1000 и $\delta=60\%$, а у технического титана, содержащего значительно больше примесей, $\sigma_B=300\ldots550$ МПа, НВ 2070, $\delta=27\ldots30\%$. Чем больше примесей, тем выше прочность и ниже пластичность. Используется в химической промышленности, для производства сплавов, характеризующихся высокой прочностью, небольшой плотностью, высокой коррозионной стойкостью. Титановые сплавы также широко применяются в самолето- и ракетостроении. С углеродом титан образует очень твердые карбиды. Механические свойства титановых сплавов в отожженном состоянии: $\sigma_B=800\ldots1000$ МПа, НВ 2600...3000, $\delta=8\ldots20\%$.

Молибден - серебристо-серый блестящий тугоплавкий металл, его температура плавления 2893 К, плотность- $10,2 \text{ г/см}^3$ ($\sigma_B=800\ldots2500$ МПа, НВ 2000...2550). Используется в производстве легированных сталей жаропрочных и кислотоупорных сплавов, для электроосветительных ламп и электровакуумных приборов.

Вольфрам - тяжелый тугоплавкий металл (плотность $19,3 \text{ г/см}^3$ температура плавления 3683 К) светло-серого цвета. Широко применяется при изготовлении электрических ламп (нити накаливания) деталей в радиоэлектронике, а также для легирования стали, в производстве твердых, износостойких и жаропрочных сплавов.

Цирконий - химически активный твердый тугоплавкий металл серебристо-белого цвета. Чистый йодный цирконий отличается пластичностью, хорошо обрабатывается, представляет собой прекрасный антикоррозионный материал, его плотность $6,4 \text{ г/см}^3$,

температура плавления 2125 К. Благодаря своим свойствам цирконий применяется для изготовления деталей химической аппаратуры, медицинского инструмента, служит конструкционным материалом в ядерной энергетике и т.д. Добавка его в стали и цветные сплавы позволяет значительно повысить их механические свойства.

Механические свойства технически чистого циркония оценивают значениями $\sigma_B = 400 \dots 600 \text{ МПа}$ и $\delta = 20 \dots 30\%$.

Бериллий - легкий светло-серый металл с плотностью $1,85 \text{ г/см}^3$ и температурой плавления 1557 К. Имея небольшую плотность, бериллий превосходит по прочности (при температуре 773 К) даже титановые сплавы. Бериллий является также хорошим замедлителем нейтронов. Кроме того, он обладает большой коррозионной стойкостью, благодаря чему получил применение в авиации, ракетостроении и ядерной технике.

Строение и свойства металлов

Металлы – один из классов конструкционных материалов, характеризующийся определенным набором свойств:

К физическим свойствам металлов относят плотность, температуру плавления, цвет, блеск, непрозрачность, теплопроводность, электропроводность, тепловое расширение. По плотности металлы разделяют на легкие (до 3000 кг/м^3) и тяжелые (от 6000 кг/м^3 и выше); по температуре плавления — на легкоплавкие (до 973 К) и тугоплавкие (свыше 1173 К). Каждый металл или сплав обладает определенным, присущим ему цветом.

Прочность — способность металла в определенных условиях и пределах не разрушаясь воспринимать те или иные воздействия, нагрузки. Это свойство учитывается при изготовлении и проектировании изделий, выборе того или иного металла, сплава. Наибольшее напряжение, которое может выдержать металл, не разрушаясь, называют **пределом прочности**, или временным сопротивлением разрыву. Образцы для измерения прочности подвергают испытанию на специальной разрывной машине, которая постепенно, с возрастающей силой растягивает образец до полного разрыва.

Упругость — свойство металла восстанавливать свою форму после прекращения действия внешних сил, вызвавших деформацию. Наибольшее напряжение, после которого металл возвращается к своей первоначальной форме, называют пределом упругости. Если при дальнейшем повышении нагрузки напряжение превышает предел упругости и удлинение сохраняется после разгрузки образца, такое состояние **называют остаточным удлинением**. Далее наступает предел текучести, т.е. образец продолжает удлиняться без увеличения нагрузки.

Пластичность — свойство металла под действием внешних сил изменять, не разрушаясь, свою форму и размеры и сохранять остаточные (пластические) деформации после устранения этих сил. Данное свойство также определяется и измеряется на разрывной машине. Высокой пластичностью обладают золото, серебро, платина и их сплавы. Менее пластичны медь, алюминий, свинец. Это свойство металлов имеет большое значение в давальном и штамповочном производстве, волочении, прокатке.

Твердость — свойство металлов сопротивляться проникновению в них другого тела под действием внешней нагрузки, что необходимо учитывать при выборе инструментов для обработки металлов резанием. Например, важно знать твердость обрабатываемого металла, чтобы подобрать соответствующую фрезу или сверло. Испытания металлов на твердость проводят на специальных приборах — твердомерах.

Выносливость — свойство металлов сопротивляться действию повторных нагрузок. Температурные условия значительно влияют на механические свойства металлов: при нагревании их прочность понижается, а пластичность увеличивается; при охлаждении некоторые металлы становятся хрупкими, например, сталь некоторых марок, цинк и его сплавы. Нехладноломкими являются алюминий и медь.

Хрупкость — некоторые металлы обладают хрупкостью и при нормальных условиях, примером является серый чугун. В производстве изделий учитывается способность металлов поддаваться обработке, т.е. такие их технологические свойства, как ковкость, жидкотекучесть, литейная усадка, свариваемость, спекаемость, обрабатываемость резанием и некоторые другие.

Ковкость — способность металлов подвергаться ковке и другим видам обработки давлением (прокатке, прессованию, волочению, штамповке). Металлы могут коваться в холодном состоянии (золото, серебро, медь), а также в горячем (сталь).

Износостойкость — способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения.

Коррозионная стойкость — способность материала сопротивляться действию агрессивных кислотных, щелочных сред.

Жаростойкость — это способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

Жаропрочность — это способность материала сохранять свои свойства при высоких температурах.

Хладостойкость — способность материала сохранять пластические свойства при отрицательных температурах.

Антифрикционность — способность материала прирабатываться к другому материалу.

Жидкотекучесть — свойство расплавленного металла заполнять литейную форму. Высокой жидкотекучестью обладают цинк и его сплавы, чугун, бронза, олово, силумин (сплав алюминия с кремнием), латунь, некоторые магниевые сплавы. Низкой жидкотекучестью обладают сталь, красная медь, чистое серебро.

Литейная усадка — уменьшение объема металла при переходе из жидкого состояния в твердое. Это необходимо учитывать при изготовлении формы для отливки. Отливка получается всегда меньше модели, по которой сделана форма. Металлы с большой усадкой для литья почти не используют.

Свариваемость — способность металла прочно соединяться путем местного нагрева и расплавления свариваемых кромок изделия. Сплавы свариваются труднее, чистые металлы — легче. Легко свариваются изделия из малоуглеродистой стали. Плохо поддаются сварке чугун и высокоуглеродистые легированные стали.

Из химических свойств металлов и их сплавов наиболее важными в производстве художественных изделий являются растворение (взаимодействие с кислотами и щелочами) и окисление (антикоррозийная стойкость, т.е. стойкость к воздействию окружающей среды — газов, воды и т.д.).

Растворение (разъедание) — способность металлов растворяться в сильных кислотах и едких щелочах. Это свойство широко используется в различных областях производства художественных изделий. Растворение бывает частичное и полное. Частичное применяется для создания чистой поверхности изделия.

Окисление — способность металлов соединяться с кислородом и образовывать окислы металлов.

Данные свойства обусловлены особенностями строения металлов.

Все металлы, затвердевающие в нормальных условиях, представляют собой кристаллические вещества, то есть укладка атомов в них характеризуется определённым порядком — периодичностью, как по различным направлениям, так и по различным плоскостям. Этот порядок определяется понятием кристаллическая решётка.

Другими словами, **кристаллическая решётка** это воображаемая пространственная решетка, в узлах которой располагаются частицы, образующие твердое тело.

Элементарная ячейка — элемент объёма из минимального числа атомов, многократным переносом которого в пространстве можно построить весь кристалл.

2. Подготовка и защита презентаций (индивидуально).

Темы для презентаций:

1. Классификация сталей по качеству и назначению.
2. Область применения металлов, получивших широкое распространение в технике.
3. Стали и сплавы с особыми физико-химическими свойствами.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе (презентация на 5-7 минут в электронном виде).

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме лабораторной работы с целью закрепления полученных навыков и умений.

Основная литература:

1) Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>

2) Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342>

Дополнительная литература:

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>;

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>.

Лабораторная работа № 2 (2 часа).

Тема: производство чугуна.

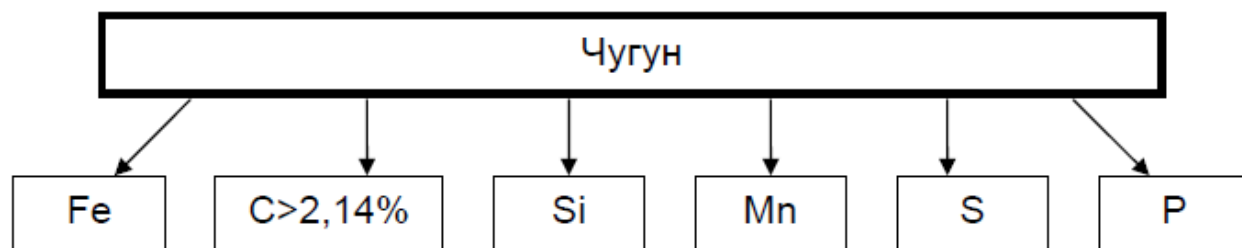
Цель работы: ознакомиться с основами технологии производства чугуна.

Ход работы:

1. Систематизировать основные технологические процессы производства чугуна.

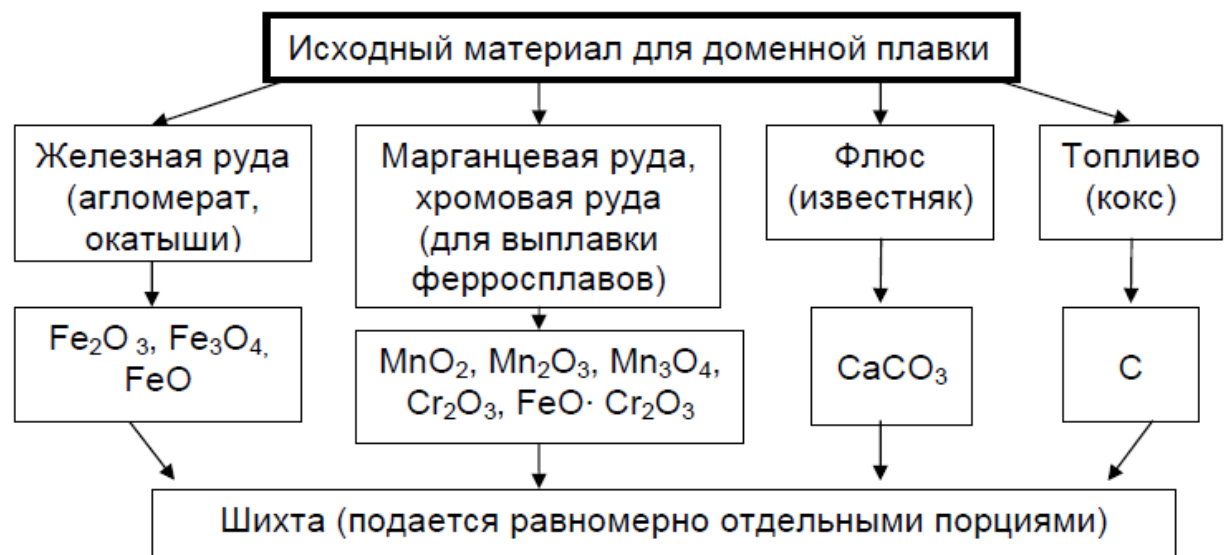
Теоретическое введение.

Чугун – сплав железа с углеродом, в котором содержание углерода более 2,14%. Сопутствующими элементами являются кремний, марганец, сера и фосфор

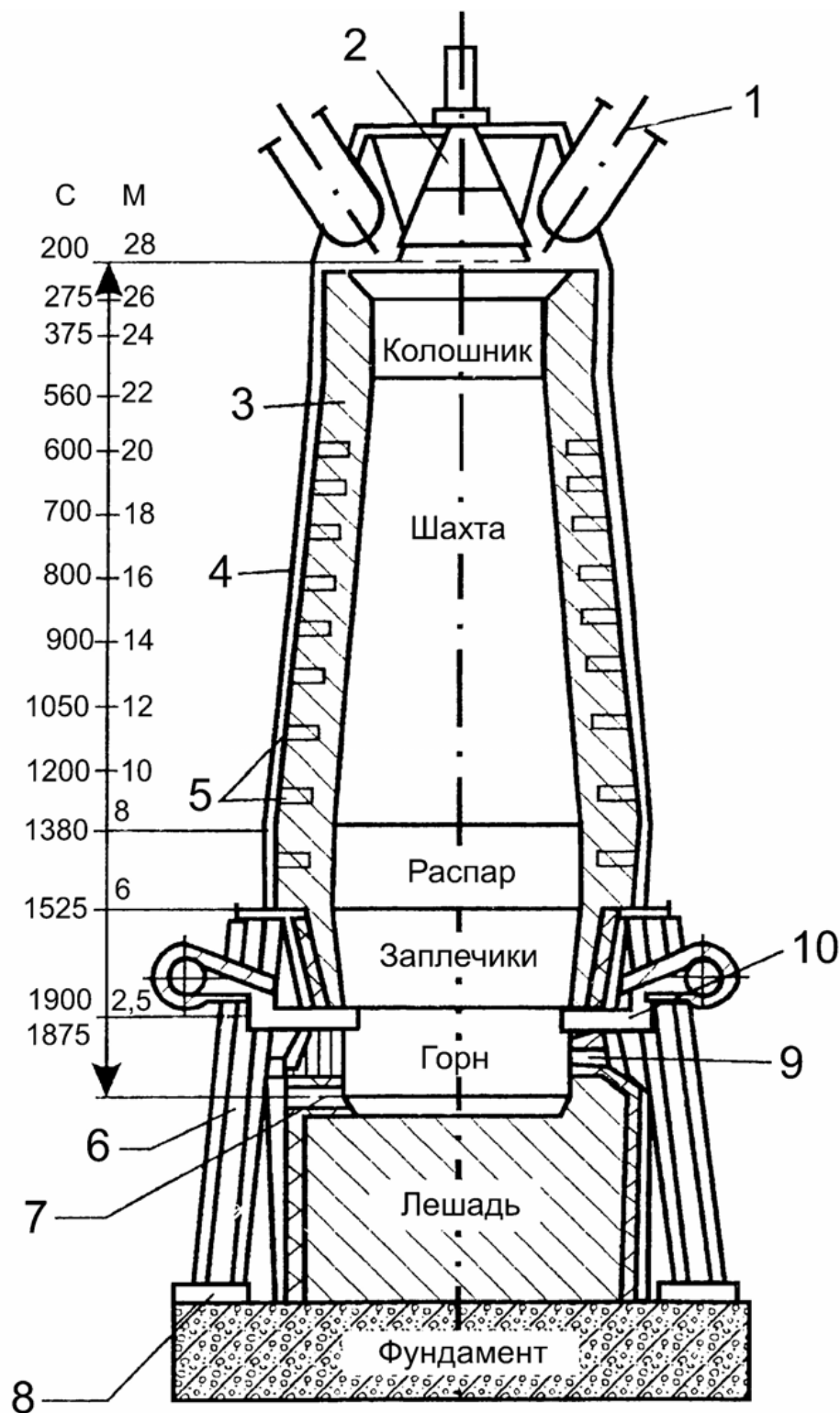


Химический состав чугуна

Процесс получения чугуна из железной руды называют доменным производством.



Состав шихты, загружаемой в доменную печь

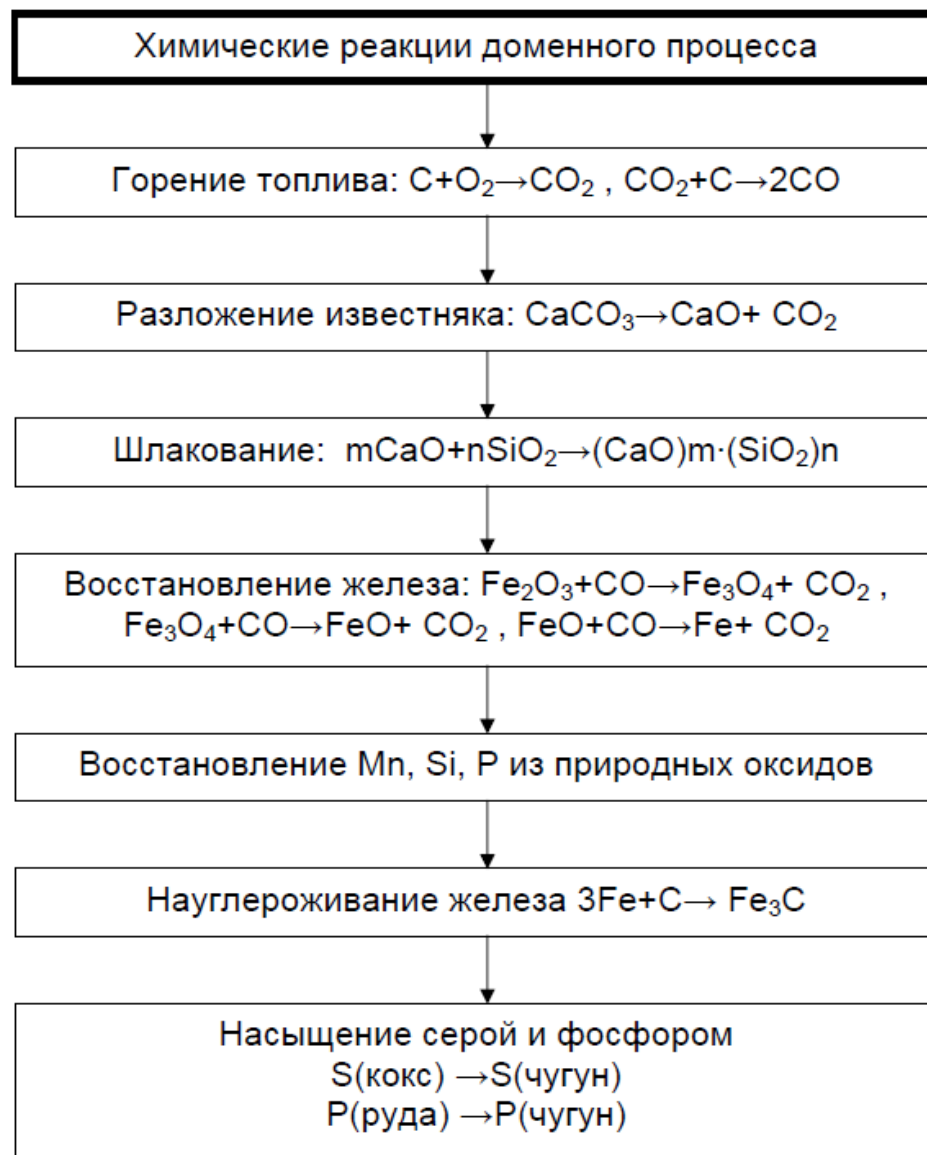


Конструкция доменной печи: 1 - газоотводящий патрубок; 2- засыпной аппарат; 3 - огнеупорная кладка; 4 - стальной кожух; 5 - охлаждающие трубки; 6 - опоры; 7 - лётка для слива чугуна; 8 – опорное кольцо; 9 - лётка для слива шлака; 10 - кольцевой коллектор для фурм

Характеристика доменной печи:

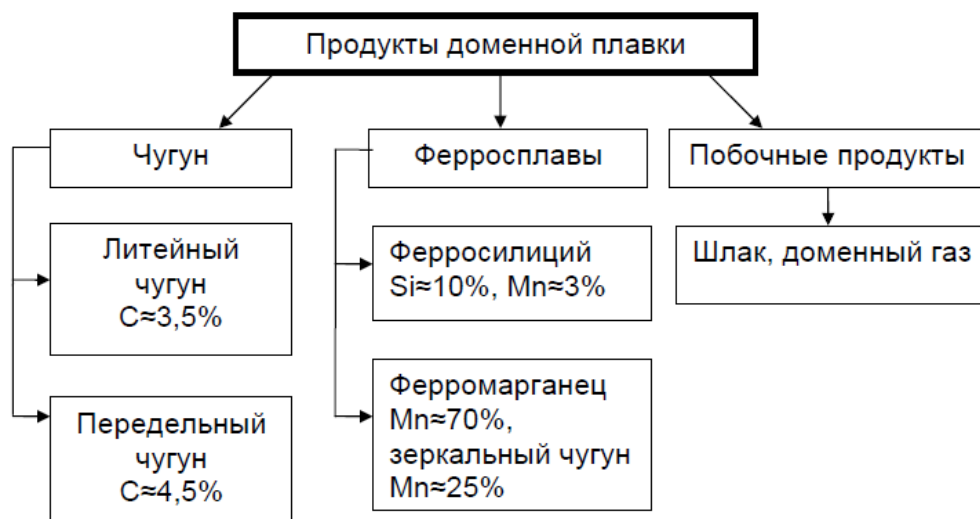
- печь штатного типа;
- работающая по принципу противотока: сверху поступает шихта, снизу поступает нагретый воздух;
- футеровка (огнеупорная кладка)- нейтральная (шамот);
- полезный объем печи $V=2000-5000 \text{ м}^3$ (в России до 3200 м^3).

Процессы, происходящие в доменной печи, могут быть описаны химическими реакциями, представленными на рисунке ниже:



Химические реакции доменной плавки (принципиальная схема)

Продукция доменного производства включает в себя: чугун, ферросплавы и побочные продукты.



Основные виды продукции доменного производства.

Пути повышения эффективности работы доменной печи:

- увеличение полезного объема печи;
- использование агломерата и окатышей;
- повышение давления газа на колошнике;
- обогащение воздушного дутья кислородом;
- использование природного газа в качестве дополнительного топлива.

2. Подготовка и защита презентаций (индивидуально).

Темы для презентаций:

1. Химический состав чугунов.
2. Устройство и принцип работы доменной печи.
3. Продукты доменной плавки (чугун литейный и переплавный, ферросплавы, побочные продукты).

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе (презентация на 5-7 минут в электронном виде).

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме лабораторной работы с целью закрепления полученных навыков и умений.

Основная литература:

1) Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>

2) Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342>

Дополнительная литература:

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>;

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>.

Лабораторная работа № 3 (2 часа).

Тема: Физико-химическая сущность получения стали.

Цель работы: ознакомиться с основами технологического процесса производства стали.

Ход работы:

1. Систематизировать знания по следующим темам:

1.1. Процесс прямого восстановления железа из руды с последующей плавкой на сталь.

1.2. Принципиальная схема передела чугуна на сталь (основные этапы: окисление примесей, шлакование, рафинирование, раскисление);

1.3. Понятие спокойной и кипящей стали.

1.4. Основные способы получения стали (кислородно-конвертерный, мартеновский, в электропечах). Характеристика каждого из указанных способов:

– исходные материалы;

– принцип работы и устройство печи;

– источники тепловой энергии;

– химические особенности процесса (кислый и основной);

– время плавки и технико-экономические показатели работы сталеплавильных печей; пути интенсификации мартеновской плавки, принцип работы двухваннового мартена.

1.5. Разливка стали (в изложницы сверху и снизу, непрерывная разливка); строение стального слитка спокойной и кипящей стали.

1.6. Пути повышения качества стального слитка (обработка синтетическими шлаками, вакуумная дегазация; электрошлаковый, вакуумно-дуговой, электронно-лучевой, плазменно-дуговой переплавы).

2. Подготовка и защита презентаций (индивидуально).

Темы для презентаций:

1. Основные способы производства стали.
2. Принцип передела чугуна на сталь.
3. Мартеновский способ производства стали.
4. Кислородно-конвертерный способ производства стали

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе (презентация на 5-7 минут в электронном виде).

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме лабораторной работы с целью закрепления полученных навыков и умений.

Основная литература:

1) Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>

2) Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342>

Дополнительная литература:

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>;

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>.

Лабораторная работа № 4 (6 часов).

Тема: Классификация сталей. Конструкционные стали.

Цель работы: ознакомиться с классификацией и маркировкой сталей, основными свойствами конструкционных сталей.

Ход работы:

1. Систематизировать знания по следующим темам:

1.1. Углеродистые стали.

Основной продукцией черной металлургии является сталь-сплав железа с углеродом. Содержание углерода в стали колеблется в широких пределах от 0,1 до 2%. Сталь промышленного производства является сплавом сложным по химическому составу. Кроме основы-железа в ней содержится много элементов, наличие которых обусловлено различными причинами:

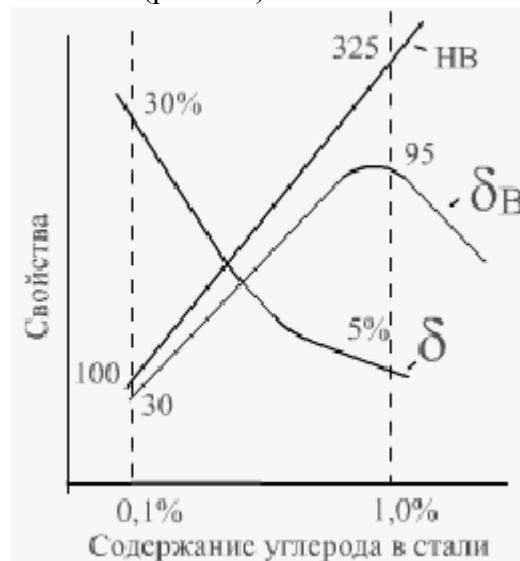
а) невозможностью их полного удаления: S, P, O₂, N₂, H₂;

б) технологическими особенностями производства: марганец и кремний, например, вводятся как раскислители;

в) случайные примеси из руды или шихты: Cr, Mn, Ni, Cu, As и др.

Содержание всех этих примесей будет зависеть от состава шихты и способа выплавки стали: конверторный, мартеновский, электроплавка, специальные способы выплавки.

Один элемент - углерод вводится в простую сталь намеренно, умышленно. Объясняется это тем, что углерод очень сильно влияет на свойства сталей даже при незначительном изменении его содержания. Поэтому углерод и является основным элементом, изменяющим свойства сталей. С увеличением содержания углерода растут твердость - HB, прочность - σ_B , уменьшается пластичность и вязкость (рис.5.1.)



Количество постоянных примесей в углеродистой стали ограничивается следующими пределами:

$Mn \leq 0,7\%$

$Si \leq 0,5\%$

$P \leq 0,05\%$

$S \leq 0,05\%$

При большем содержании этих элементов сталь следует отнести к сорту легированных сталей, где эти элементы специально вводятся с целью изменения свойств стали.

Марганец и кремний в углеродистой стали являются технологическими добавками, без них невозможно выплавить сталь. Их вводят при выплавке как раскислители, элементы, удаляющие кислород из стали. Марганец к тому же устраняет вредное действие серы, называемое красноломкостью, переводя серу в тугоплавкое соединение MnS .

Сера и фосфор являются вредными примесями железа и попадают в сталь из руды. Сера придает стали красноломкость, образуя соединение, плавящееся в районе температур горячей обработки давлением. Фосфор сообщает стали хладноломкость, что делает его опасным для изделий, работающих в районах с холодным климатом.

Вредными примесями в стали являются газы, особенно такие как кислород и водород. Кислород образует окислы, снижающие усталостную прочность сталей, а водород может образовать трещинки-надрывы, называемые флокенами.

Углеродистые стали по назначению могут быть конструкционными и инструментальными.

По качеству конструкционные стали делятся на стали обыкновенного качества и качественные, а инструментальные на качественные и высококачественные.

1.2. Инструментальные углеродистые стали.

Инструментальные стали - это большая группа сталей, которые в результате термической обработки получают высокую твердость и износостойкость, необходимые при обработке материалов резанием или давлением. Углеродистые инструментальные стали содержат углерода от 0,65 до 1,35%. Эти стали подразделяются на качественные и высококачественные. Высококачественные стали отличаются от качественных меньшим содержанием вредных примесей серы (на 0,01%) и фосфора (на 0,005%). Меньшее количество серы требует уменьшения количества марганца. Кроме того, более жестко регламентируется содержание никеля и меди.

Маркируются эти стали следующим образом: впереди ставится буква "У", что значит углеродистая; за ней стоит цифра, обозначающая среднее содержание углерода в десятых долях процента. Если сталь высококачественная, то после цифры стоит буква "А".

Состав углеродистых инструментальных сталей (ГОСТ 1435-90)

Марка стали	C	Mn	Не более		
			Ni	S	P
У7 У7А	0,65-0,74	0,17-0,33 0,17-0,28	0,25 0,20	0,028 0,018	0,030 0,025
У8 У8А	0,75-0,84	0,17-0,33 0,17-0,28	0,25 0,20	0,028 0,018	0,030 0,025
У9 У9А	0,85-0,94	0,17-0,33 0,17-0,28	0,25 0,20	0,028 0,018	0,030 0,025
У10 У10А	0,95-1,04	0,17-0,33 0,17-0,28	0,25 0,20	0,028 0,018	0,030 0,025
У11 У11А	1,05-1,14	0,17-0,33 0,17-0,28	0,25 0,20	0,028 0,018	0,030 0,025
У12 У12А	1,15-1,24	0,17-0,33 0,17-0,28	0,25 0,20	0,028 0,018	0,030 0,025
У13 У13А	1,25-1,35	0,17-0,33 0,17-0,28	0,25 0,20	0,028 0,018	0,030 0,025
Для всех марок содержание кремния 0,17-0,33%, хрома - не более 0,20%					

С увеличением количества углерода растет износостойкость стали при незначительном увеличении твердости и падает вязкость стали.

Назначение инструментальной углеродистой стали различных марок следующее: У7-У7А применяется для инструментов и изделий, подвергающихся толчкам и ударам и требующих высокой вязкости при умеренной твердости (зубила, молотки слесарные и кузнечные, штампы, клейма, масштабные линейки, инструмент по дереву, центра токарных станков и т.д.); У8 - У8 - для инструментов и изделий, требующих повышенной твердости и достаточной вязкости (пробойники, зубила, кернеры, пуансоны, ножи и ножницы по металлу, отвертки, столярный инструмент); У9-У9А – для инструментов, требующих высокой твердости при некоторой вязкости (штемпеля, кернеры, зубила, столярный инструмент); У10-У10А - для инструментов, не подвергающихся сильным толчкам и ударам и требующих высокой твердости при незначительной вязкости (строгальные резцы, фрезы, метчики, развертки, плашки, буры по твердым породам, ножовочные полотна, фасонные штампы, зубила для насечки напильников, волочильные кольца, калибры, напильники); У11-У11А, У12-У12А - для инструментов, требующих высокой твердости (напильники, шаберы, фрезы, сверла, бритвы, плашки, часовой инструмент, пилы по металлу); У13-У13А - для инструментов, которые должны иметь исключительно высокую твердость (бритвы, шаберы, волочильный инструмент, сверла, зубила для насечки напильников, косы и др.).

1.3. Маркировка легированных сталей.

Легированной называют сталь, в которой наряду с обычными примесями и технологическими добавками содержатся специально вводимые легирующие элементы: марганец (более 0,8%), кремний (более 0,5%), хром, никель, вольфрам, молибден, ванадий и др. Часто легирующие

элементы определяют название легированной стали: хромистая, никелевая, хромоникелевая, кремнистая и т.д. Легирующие элементы значительно повышают механические свойства (прочность, вязкость, износостойкость), технологические (прокаливаемость), физические (электросопротивление, магнитные) и специальные эксплуатационные характеристики: коррозионную стойкость, красностойкость, жаростойкость, жаропрочность и т.д. По назначению легированные стали делятся на три группы: конструкционные, инструментальные и стали с особыми физическими и химическими свойствами.

В основу обозначения марок легированных сталей положена буквенно-цифровая система. Буквенное обозначение легирующих элементов не совпадает с химическими символами.

Обозначение легирующих элементов в сталях

Название	Химический символ	Маркировочное обозначение	Название	Химический символ	Маркировочное обозначение
Марганец	Mn	Г	Кобальт	Co	К
Кремний	Si	С	Алюминий	Al	Ю
Хром	Cr	Х	Медь	Cu	Д
Никель	Ni	Н	Бор	B	Р
Вольфрам	W	В	Ниобий	Nb	Б
Ванадий	V	Ф	Цирконий	Zr	Ц
Титан	Ti	Т	Фосфор	P	П
Церий	Ce	Ч	Азот	N	А (внутри марки)
Молибден	Mo	М			

Для конструкционных марок первые две цифры показывают содержание углерода в сотых долях процента. Если содержание легирующего элемента больше 1%, то после буквы указывается его среднее значение в целых процентах. Если содержание легирующего элемента около 1% или меньше, то после соответствующей буквы цифра не ставится.

В качестве основных легирующих элементов в конструкционных сталях применяют хром до 2%, никель 1-4%, марганец до 2%, кремний до 2%. Такие легирующие элементы, как Mo, W, V, и Ti, обычно вводят в сталь в сочетании с Cr и Ni с целью дополнительного улучшения физико-механических свойств. Их количество в конструкционных сталях не превышает 1%. Суммарное количество легирующих элементов в конструкционных сталях обычно не превышает 7-8%.

Поставляются конструкционные легированные стали по ГОСТ4543-71. По количеству углерода они делятся на две группы: малоуглеродистые цементуемые стали, содержащие углерода до 0,2% и подвергаемые поверхностному насыщению углеродом, и среднеуглеродистые улучшаемые стали, содержащие 0,25-0,5% углерода и подвергаемые упрочнению путем закалки и высокого отпуска (улучшению). Выплавляются легированные стали по количеству вредных примесей только качественными, содержащими серы и фосфора меньше 0,035% каждого и высококачественными, содержащими этих элементов менее 0,025%. Высококачественные обозначаются буквой "А" в конце марки.

1.4. Маркировка сталей для отливок.

В первую очередь следует отметить большую и разнообразную по составу группу литейных сталей. Эти стали используют в виде фасонных отливок в тяжелом транспортном и энергетическом машиностроении для станин станков, маховиков, зубчатых колес, тормозных дисков, катков, траверс и т.д. Эти стали маркируются дополнительно буквой "Л", которая ставится после маркировки по стандартной схеме. По составу и назначению это могут быть

стали простые углеродистые конструкционные: 15Л, 40Л, 50Л; легированные конструкционные машиностроительные: 40ХЛ, 35ХМЛ, 25ГСЛ, 35ХНЛ, а также стали с особыми свойствами: 10Х18Н9Л, 20Х13Л, 20Х20Н14С2Л, 40Х24Н12СЛ. Поставляются отливки из этих сталей по ГОСТ977-75 и ГОСТ2176-77. Литая сталь по сравнению с деформированной при одинаковом значении пределов прочности и текучести имеет меньшую пластичность и вязкость.

1.5. Маркировка автоматных сталей.

Характерной особенностью автоматных сталей является хорошая обрабатываемость резанием на металлорежущих станках. Это достигается в первую очередь повышением в автоматных сталях содержания серы до $0,15 \div 0,35\%$ и фосфора до $0,10 \div 0,15\%$. Безусловно эти элементы ухудшают механические свойства сталей, зато производство выигрывает в затратах на механическую обработку, так как получает возможность изготавливать неотвержденный крепеж (болты, винты, гайки) и мелкие детали в условиях массового производства на быстроходных автоматических линиях. Автоматными сталями являются как углеродистые так и легированные стали.

Маркируются автоматные стали буквой "А", которая ставится в начале марки перед указанием количества углерода: А12, А20, А30, А40Г.

Помимо этих основных элементов (S и P) в автоматные стали вводят свинец, селен, кальций. Введение этих элементов находит отражение в написании марки. Свинец обозначается буквой "С", а кальций буквой "Ц". Обе эти буквы ставятся после буквы "А" и перед цифрой, обозначающей углерод в марке. Свинцовсодержащие марки: АС14, АС40, АС35Г2, АС45Г2, АС30ХМ, АС40ХГНМ. Свинец вводится в количестве $0,15 \div 0,30\%$. Кальцийсодержащие марки: АЦ20, АЦ40, АЦ60, АЦ40Х, АЦ35Г2, АЦ30ХМ и др. Количество кальция в марке ничтожно мало: $0,001-0,007\%$, т.е. не превышает одной сотой процента. А селен, обозначаемый в марке буквой "Е", ставится в конце марки: А35Е, А45Е, А40ХЕ. Количество селена не превышает десятой доли процента.

Автоматные стали поставляются по ГОСТ1414-75.

1.6. Стали для подшипников

Элементы подшипников (кольца, ролики, шарики) работают в условиях, которые требуют от стали высокой твердости, износостойкости и контактной усталостной прочности. В качестве шарикоподшипниковой стали используют высокоуглеродистые ($\approx 1\%$) хромистые стали, а для массивных подшипников в хромистую сталь добавляют повышенное (до 1%) количества марганца и кремния.

Стали для подшипников поставляются по ГОСТ 801-78. Особенности маркировки сталей для подшипников: в начале марки ставится буква "Ш", далее стоит индекс основного легирующего элемента хрома и последующая цифра, показывающая содержание хрома в десятых долях процента. Остальные легирующие элементы маркируют так, как принято для легированных сталей.

Состав подшипниковых сталей (ГОСТ801-78)

Марка Стали	Химический состав, %			
	Углерод	Марганец	Кремний	Хром
ШХ15	0,95-1,05	0,20-0,40	0,17-0,37	1,30-1,65
ШХ15СГ	0,95-1,05	0,90-1,20	0,40-0,65	1,30-1,65

1.7. Маркировка быстрорежущих сталей.

Быстрорежущая сталь является инструментальной легированной сталью с особыми свойствами. Особым ее свойством является красностойкость - способность сохранять структуру, высокую твердость и износостойкость до температур порядка $600-620^\circ$,

возникающих в режущей кромке при резании с большей скоростью. Поставляются быстрорежущие стали по ГОСТ19265-73.

Красностойкость стали придает вольфрам, являющийся основным легирующим элементом быстрорежущей стали. Маркируется быстрорез буквой "Р", после которой стоит цифра, обозначающая содержание вольфрама в целых процентах, остальные легирующие - Мо, Со, V - обозначаются обычным способом.

Классическим быстрорезом является чисто вольфрамовая сталь Р9, Р12, Р18. Но вольфрам дорогой элемент. Более дешевым является его аналог молибден, поэтому часть вольфрама заменяют молибденом. Для повышения износостойкости вводят ванадий, а для упрочнения металлической основы - кобальт: Р6М5, Р6М5К5, Р6М5Ф3, Р10К5Ф3, Р6М5Ф2К8. Все быстрорежущие стали содержат около 1% углерода.

2. Подготовка и защита презентаций (индивидуально).

Темы для презентаций:

1. Классификация конструкционных сталей.
2. Маркировка конструкционных сталей.
3. Область применения конструкционных сталей.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе (презентация на 5-7 минут в электронном виде).

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме лабораторной работы с целью закрепления полученных навыков и умений.

Основная литература:

1) Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>

2) Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342>

Дополнительная литература:

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>;

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>.

Лабораторная работа № 5 (6 часов).

Тема: Углеродистые и легированные стали.

Цель работы: ознакомиться с основными свойствами углеродистых и легированных сталей.

Ход работы:

Основные теоретические сведения.

На диаграмме состояния железо–углерод (рис. 1) сплавы, относящиеся к сталям, расположены в интервале концентраций углерода до 2,14 %, т.е. левее точки *E*. При температурах ниже 727 °С все отожженные углеродистые стали состоят из двух фаз – феррита и цементита. **Феррит** – это твердый раствор углерода в железе с объемно-центрированной кубической решеткой (Fe_α). Максимальная растворимость углерода в Fe_α

составляет около 0,02 % (точка *P*). **Цементит** – это карбид железа Fe_3C , содержащий 6,67 % С.

При температурах выше линии *GSE* равновесной фазой является **аустенит** – твердый раствор углерода в железе с гранецентрированной кубической решеткой (Fe_γ). Предельная растворимость углерода в Fe_γ – 2,14 % (точка *E*).

В результате фазовых превращений в твердом состоянии при малых скоростях охлаждения в стали образуются следующие структуры: перлит, избыточный феррит, вторичный цементит и третичный цементит.

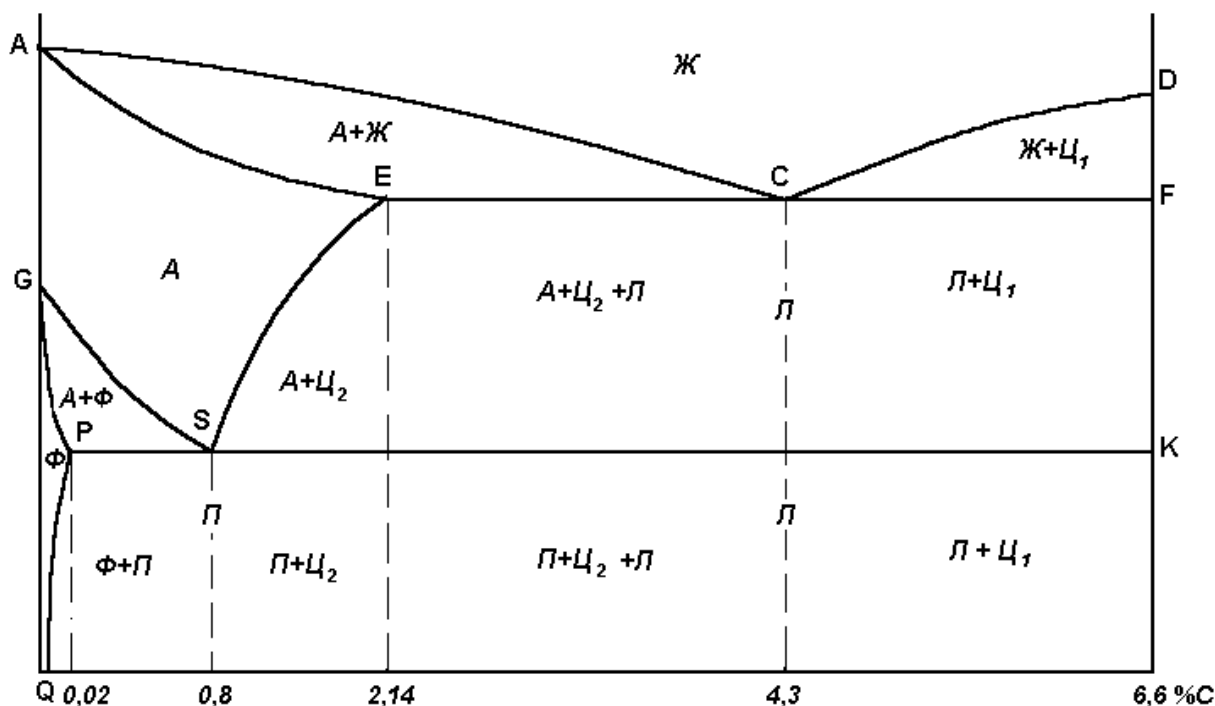


Рис. 1. Диаграмма Fe – Fe_3C

На линии *GS* из аустенита начинает выделяться избыточный феррит, а на линии *SE* – вторичный цементит. На линии *PQ* из феррита выделяется третичный цементит. Во всех сплавах правее точки *P* при небольшом переохлаждении до температур ниже 727 °С аустенит эвтектоидного состава (0,8 % С) распадается на эвтектоидную смесь феррита и цементита, называемую **перлитом**, причем цементит может быть в виде пластинок или зерен (Приложение, рис. 4).

Сталь, содержащую 0,8 % С, называют **эвтектоидной**. Стали, содержащие менее 0,8 % С называют **доэвтектоидными**, а более 0,8 % С – **заэвтектоидными**.

Металлографический анализ металлов и сплавов заключается в исследовании структуры материалов при больших увеличениях с помощью микроскопа, а наблюдаемая структура называется **микроструктурой**. Изучение под микроскопом структуры металлов возможно лишь при достаточно интенсивном отражении световых лучей от исследуемой поверхности. Поэтому поверхность образца должна быть специально подготовлена. Образец, поверхность которого подготовлена для металлографического анализа, называется **микрошлифом**. Для изготовления микрошлифа необходимо вырезать образец из исследуемого металла, получить на нем плоскую, блестящую поверхность, а затем шлиф травят. Существует несколько методов травления, из которых наиболее распространен метод избирательного растворения фаз. Метод основан на различии физико-химических свойств отдельных фаз и пограничных участков зерен. В результате различной интенсивности растворения создается рельеф поверхности шлифа. Для травления микрошлиф погружают полированной поверхностью в раствор избранного состава и через некоторое время вынимают. Если полированная поверхность станет слегка матовой, травление считается

законченным, шлиф сразу же промывают водой, затем спиртом и высушивают фильтровальной бумагой.

Микрошлифы сталей травят 3-4% раствором HNO_3 в спирте, после чего структурно свободные феррит и цементит по сравнению с темным (коричневатым) перлитом выглядят белыми.

При охлаждении доэвтектоидной стали из аустенита вначале выделяется феррит. Размер ферритных зерен в значительной степени зависит от скорости охлаждения аустенита. При рассмотрении в микроскоп феррит наблюдается в виде светлых зерен неодинаковой яркости. По мере увеличения концентрации углерода в доэвтектоидной стали количество зерен феррита убывает, а количество перлита увеличивается.

В сплавах, содержащих 0,5-0,75 % С зерна феррита располагаются по границам зерен другой структурной составляющей – перлита – в виде разорванной сетки (Приложение, рис. 3).

В доэвтектоидной стали перлит в большинстве случаев имеет пластинчатое строение. Темные пластинки, видимые в перлите, представляют собой тени, отбрасываемые на участки феррита выступающими после травления участками цементита. Форма выделения перлита в доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях определяется условиями выполнения отжига. Форма и размер частиц цементита в перлите существенно влияют на свойства стали. Так, например, зернистый перлит более пластичен и имеет меньшую твердость, чем пластинчатый. Твердость зернистого перлита 160-220 *HB*, а пластинчатого – 200-250 *HB*. С уменьшением размера цементитных частиц твердость и прочность перлита возрастает. Форма цементитных частиц влияет на обрабатываемость стали резанием. Доэвтектоидные стали хорошо обрабатываются резанием, если имеют структуру пластинчатого перлита, а эвтектоидные и заэвтектоидные – зернистого.

В заэвтектоидных сталях возможно выделение вторичного цементита в виде сетки по границам зерен перлита. Это происходит в результате окончания горячей обработки при излишне высокой температуре и является значительным дефектом заэвтектоидной стали, ухудшает ее прочность и вязкость. Еще одной, но более редко встречающейся формой выделения цементита, также сильно ухудшающей механические свойства, является образование его в виде игл (вследствие значительного перегрева).

Итак, можно выделить четыре типа структур сталей.

Первый тип структуры – феррит и третичный цементит – наблюдается в низкоуглеродистых сталях, содержащих до 0,02 % С (т. *P*). Такие стали называются **техническим железом**.

Второй тип структуры – феррит и перлит – наблюдается в доэвтектоидных сталях, содержащих от 0,02 до 0,8 % С (т. *S*). Чем больше в доэвтектоидной стали углерода, тем больше в ней перлита.

Третий тип структуры – перлит – наблюдается в эвтектоидной стали, содержащей 0,8 % С.

Четвертый тип структуры – вторичный цементит и перлит – наблюдается в заэвтектоидной стали с содержанием углерода от 0,8 до 2,14 % (т. *E*).

Легированной называется сталь, содержащая специально введенные элементы для получения требуемых свойств или имеющая повышенное содержание постоянных, технологически неизбежных примесей.

Наиболее распространенными легирующими элементами являются хром, марганец, никель, кремний, вольфрам, ванадий, молибден, титан и другие. Поскольку при выплавке в сталь обычно вводятся кремний и марганец для раскисления и связывания серы, то легированной является сталь при их содержании соответственно >0,9 и 0,8%,

Легирующие элементы, растворяясь в железе, изменяют положение критических точек, расширяя или сужая область феррита и аустенита, поэтому пользоваться диаграммой состояния железо-цементит при анализе структур легированных сталей в ряде случаев совершенно недопустимо.

По отношению к углероду легирующие элементы делятся на две группы - некарбидообразующие - никель, кремний, алюминий, медь, кобальт; - карбидообразующие - титан, ванадий, вольфрам, молибден, хром, марганец и другие (элементы перечислены в порядке уменьшения устойчивости их карбидов к растворению в аустените при нагреве).

Некарбидообразующие элементы растворяются в феррите и аустените, тогда как карбидообразующие взаимодействуют с углеродом, и в зависимости от их количества и концентрации способны растворяться в феррите, аустените, цементите или образовывать специальные карбиды.

Легирующие элементы обозначаются следующими буквами: С - кремний, Г - марганец, Х - хром, Н - никель, М - молибден, В - вольфрам, Ф - ванадий, Т - титан, Ю - алюминий, К - кобальт, Д - медь, Р - бор, Ц - цирконий, Б - ниобий, П - фосфор, А - азот, Ч - редкоземельные металлы.

Каждая марка стали составляется из сочетания букв и цифр. Первые две цифры обозначают содержание углерода в сотых долях процента, а количество легирующих элементов указывается в процентах цифрами, стоящими после соответствующей буквы. Если легирующего элемента около 1% или менее, то цифра после буквы не ставится. Например, сталь 18ХГТ содержит 0,17-0,23%С; 1,00-1,30%Cr; 0,80-1,10%Mn; 0,06-0,12%Ti.

В сталях инструментальных и с особыми свойствами такая маркировка содержания углерода часто не выдерживается. Так в инструментальных сталях количество углерода обычно обозначается только одной цифрой в десятых долях процента, например, 5ХНМ, 7ХЗ, 6ХС и другие. Кроме того, в инструментальных сталях, имеющих углерода 1% и более, цифры, обозначающие его содержание, полностью опускают. Например, сталь Х12М содержит 1,45-1,70%С; 11,0-12,5%Cr; 0,40-0,60%Mo.

Буква А, стоящая в конце марки, указывает, что сталь высококачественная и имеет пониженное содержание серы и фосфора. Например, сталь для азотирования 35ХМЮА содержит серы и фосфора менее 0,025%, тогда как в цементуемой качественной стали 18ХГТ серы и фосфора менее 0,035%.

Некоторые марки сталей выделены в особые группы и обозначаются буквами, стоящими в начале марки: быстрорежущие - Р, шарикоподшипниковые - Ш, для постоянных магнитов - Е, электротехнические - Э и другие. Например, Р18, Р9Ф5, ШХ15, ЕХЗ, Э42 и т.д.

Легированные стали могут быть классифицированы по следующим признакам: составу, назначению, микроструктуре в равновесном состоянии и после охлаждения на воздухе.

Классификация легированной стали по составу.

В зависимости от основных легирующих элементов легированные стали по составу классифицируются как хромистые, марганцовистые, кремнистые, хромоникелевые, хромоникельмолибденовые и другие.

1.2 Классификация легированной стали по назначению

По назначению легированные стали разделяются на три основные группы: конструкционные, инструментальные и стали и сплавы с особыми свойствами.

- Конструкционные стали применяются для изготовления деталей машин. Они подразделяются на цементуемые и улучшаемые. Легирующие элементы в конструкционные стали вводятся, в основном, для повышения прокаливаемости.

Цементуемые легированные стали имеют низкое содержание углерода (0,10-0,25%) для того, чтобы после цементации, закалки и низкого отпуска детали имели твердый поверхностный слой и вязкую сердцевину. Твердость поверхностного слоя после такой обработки около 60HRC, а сердцевины - находится в пределах 15-30HRC. К цементуемым относятся стали 15Х; 20Х; 18ХГТ; 12ХН3А; 20Х2Н4А и другие.

Улучшаемые легированные стали содержат 0,30-0,45% углерода и обычно подвергаются термической обработке - улучшению, которая заключается в закалке с последующим высоким отпуском. В качестве легирующих элементов наиболее часто применяются хром, марганец, никель, вольфрам, молибден и кремний. Улучшаемыми являются стали 40Х, 30ХГТ, 30ХГСА, 40ХН, 40ХМ и другие.

- Инструментальные легированные стали имеют повышенное содержание углерода, который обеспечивает получение высокой твердости путем термической обработки. Легирующие элементы в инструментальные стали вводятся для увеличения прокаливаемости,

красностойкости, жаропрочности, а в ряде случаев для повышения износостойкости за счет образования карбидов.

В зависимости от назначения и химического состава инструментальные легированные стали делятся на три группы: стали для режущего и измерительного инструмента (пониженной прокаливаемости марок 7ХФ, 8ХФ, 9ХФВ1 и другие, обычно закаливаемые в воде и повышенной прокаливаемости марок Х, ХГ, ХВГ, ХВСГ, 9ХВГ, 9ХС, 9Х5ВФ и другие, закаливаемые в масле); быстрорежущие стали, широко применяемые для изготовления режущего инструмента; (нормальной производительности марок Р9, Р12, Р18, Р6М5, Р18Ф2 и повышенной производительности марок Р9Ф5, Р9К5, Р9К10, Р10К5Ф5, Р14Ф4, Р18К5Ф2, содержащие повышенное количество кобальта и ванадия); стали для штампового инструмента (для деформирования в холодном состоянии марок 9Х, Х, Х6ВФ, Х12, Х12М, Х12Ф1; для деформирования с большими ударными нагрузками марок 4ХС, 6ХС, 4ХВ2С, 5ХВ2С, 6ХВ2С, 6ХВГ и для деформирования в горячем состоянии марок 7Х3, 8Х3, 3Х2В8Ф, 4Х8В2, 4Х2В5ФМ, 4Х5В2С, 5ХНМ, 5ХНВ, 5ХНГ, 5ХГМ, 5ХНСВ и другие).

- Стали и сплавы с особыми свойствами. К ним относятся стали: нержавеющие 12Х13, 20Х13, 08Х18Н10Т; жаропрочные 45Х14Н14В2М, 40Х9С2; износостойкие; с особыми магнитными и электрическими свойствами и другие. Условно принято, что если сумма легирующих элементов превышает 55%, то такой сплав сталью не называют.

Классификация легированной стали по равновесной структуре.

Определение класса стали производится по структуре, которую она имеет после медленного охлаждения из аустенитного состояния, то есть в результате полного отжига. По этой классификации, предложенной П.Обергоффером, легированные стали делятся на шесть классов: доэвтектоидный, эвтектоидный, заэвтектоидный, ледебуритный, аустенитный и ферритный.

Рассматриваемая классификация аналогична классификации углеродистых сталей, однако, большинство легирующих элементов сильно искажают диаграмму железо-цементит, сдвигая точки S и E в сторону меньшего содержания углерода. Это объясняется уменьшением предельной растворимости углерода в аустените при введении легирующих элементов, поэтому граница между доэвтектоидными, заэвтектоидными и ледебуритными сталями может лежать при значительно меньшем содержании углерода, чем в углеродистых сталях.

Классификация легированной стали по структуре после охлаждения на воздухе из аустенитного состояния

Для определения принадлежности к тому или иному классу в соответствии с этой классификацией сталь (в виде образцов толщиной 15-20 мм) нагревают до аустенитного состояния, а затем охлаждают на воздухе, то есть подвергают нормализации.

Эта классификация, предложенная французским ученым Л.Гийе, основывается на уменьшении критической скорости заковки и снижении температурного интервала мартенситного превращения при увеличении содержания легирующих элементов в стали. При одинаковой скорости охлаждения (на воздухе) из аустенитного состояния стали с различным содержанием легирующих элементов могут приобретать перлитную, мартенситную или аустенитную структуру. В связи с этим по структуре после охлаждения на воздухе различают следующие три основных класса сталей: перлитный, мартенситный и аустенитный.

Кроме трех указанных основных классов, характеризующихся по структуре, получаемой сталью при охлаждении на воздухе, существуют карбидный и ферритный классы. Для сталей карбидного класса условным признаком является уже не основная структура образца диаметром 15-20 мм, охлажденного на воздухе из аустенитного состояния, а присутствие значительного количества карбидов, которые образуются при наличии в стали большого количества углерода и карбидообразующих легирующих элементов. Стали ферритного класса по структуре после охлаждения на воздухе из аустенитного состояния совпадают со сталями ферритного класса по структуре в равновесном состоянии.

2. Подготовка и защита презентаций (индивидуально).

Темы для презентаций:

1. Классификация углеродистых сталей.

2. Маркировка легированных сталей.
3. Область применения углеродистых и легированных сталей.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе (презентация на 5-7 минут в электронном виде).

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме лабораторной работы с целью закрепления полученных навыков и умений.

Основная литература:

1) Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>

2) Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342>

Дополнительная литература:

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>;

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>.

Лабораторная работа № 6 (2 часа).

Тема: Инструментальные стали и сплавы.

Цель работы: систематизировать знания в области инструментальных сплавов и сталей.

Ход работы:

Индивидуальные задания для выполнения:

1. Необходима сталь для изготовления роторов химических центробежных сепараторов, работающих от -60 до +350°C. Указать марку стали, хим. состав и обосновать режим термообработки.
2. 1) Какое должно быть содержание углерода в данных сталях и почему?
2) Необходима сталь для клапанов гидравлических прессов, работающих при высоких температурах. Указать хим.состав и режим термообработки.
3. 1) Какое количество содержится углерода и основных легирующих элементов содержится в быстрорежущих сталях?
2) Найти марку стали для изготовления развертки для обработки металлов с умеренной скоростью резания. Указать режим термообработки.
4. 1) Назовите структуру инструментальных сталей в литом состоянии, отожженном состоянии и после полной термообработки.
2) Найти сталь для штампов холодного деформирования повышенной износостойкости со следующими свойствами: HRC 61-63, KCU=0,15-0,20 МДж/м². Указать хим.состав и режим термообработки. Необходимо изучить марки сталей, применяемых для конкретных условий, виды и режимы термической обработки, позволяющие получать нужные свойства и надежность материала.

Подготовка и защита презентаций (индивидуально).

Темы для презентаций:

1. Основные требования к свойствам и структуре инструментальных сталей.

2. Классификация инструментальных сталей (по назначению, по твердости, по теплостойкости).
3. Микроструктура инструментальных сталей и ее влияние на свойства изделий при эксплуатации.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе (презентация на 5-7 минут в электронном виде).

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме лабораторной работы с целью закрепления полученных навыков и умений.

Основная литература:

1) Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>

2) Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342>

Дополнительная литература:

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>;

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>.

Лабораторная работа № 7 (4 часа).

Тема: Классификация и маркировка чугунов.

Цель работы: систематизировать знания в области классификации и маркировки чугунов.

Ход работы:

Теоретическая часть:

К чугунам относятся сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14 %С. Практическое применение находят чугуны с содержанием углерода до 4 – 4,5 %. При большем количестве углерода, механические свойства существенно ухудшаются.

Промышленные чугуны не являются двойными сплавами, а содержат кроме Fe и C, такие же примеси, как и углеродистые стали Mn, Si, S, P и др. Однако в чугунах этих примесей больше и их влияние иное, чем в сталях. Если весь имеющийся в чугуне углерод находится в химически связанном состоянии, в виде карбида железа (Fe_3C -цементит), то такой чугун называется белым. Чугуны, в которых весь углерод или большая часть, находится в свободном состоянии в виде графитных включений той или иной формы, называются графитизированными.

Микроскопический анализ белых чугунов проводят, используя диаграмму состояния Fe – Fe_3C (рисунок 7.3). Из-за присутствия большого количества цементита белый чугун обладает высокой твердостью ($HV = 4500 – 5500$ МПа), хрупок и практически не поддается обработке резанием. Поэтому белый чугун имеет ограниченное применение, как конструкционный материал.

Обычной структурной составляющей белых чугунов является ледебурит.

Ледебуритом называют смесь аустенита и цементита, образующуюся по эвтектической реакции при переохладении жидкости состава точки C (4,3 % углерода) ниже температуры 1147 °С.

Чугун, содержащий 4,3 %C (точка С), называется белым эвтектическим чугуном. Левее точки С находятся доэвтектические, а правее - заэвтектические белые чугуны. В доэвтектических белых чугунах из жидкой фазы кристаллизуется аустенит, затем эвтектика – ледеburит.

При охлаждении чугуна в интервале температур от 1147 °С до 727 °С аустенит обедняется углеродом, его состав изменяется по линии ES и выделяется вторичный цементит. При небольшом переохлаждении ниже 727 °С аустенит состава точки S по эвтектоидной реакции распадается на перлит (Ф + Ц)

Вторичный цементит, выделяющийся по границам зерен аустенита, сливается с цементитом ледеburита. Под микроскопом трудно различить включения вторичного цементита.

Таким образом, при комнатной температуре в доэвтектических белых чугунах находятся три структурные составляющие – перлит, ледеburит и вторичный цементит (рисунок 7.4).

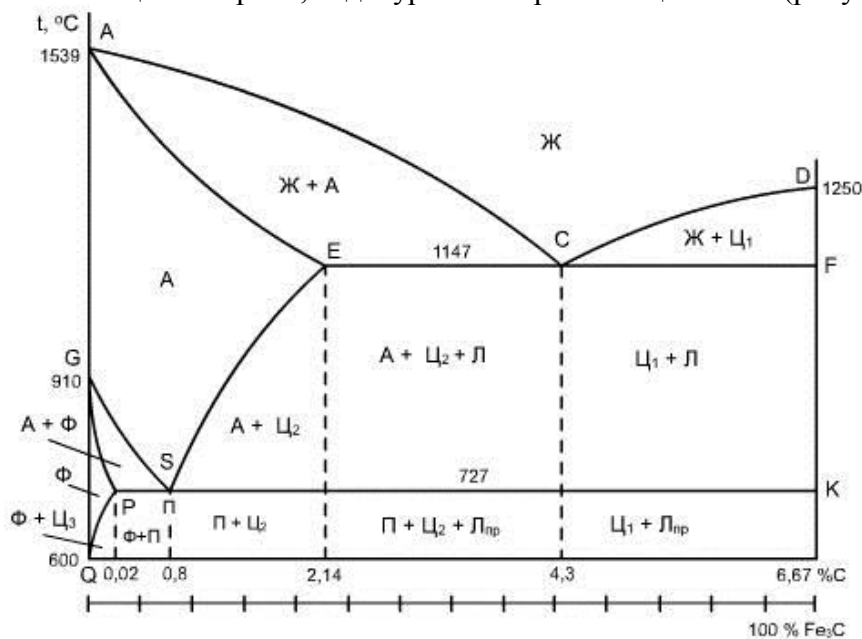


Рисунок 1. Структурная диаграмма состояния системы железо-цементит (в упрощенном виде)

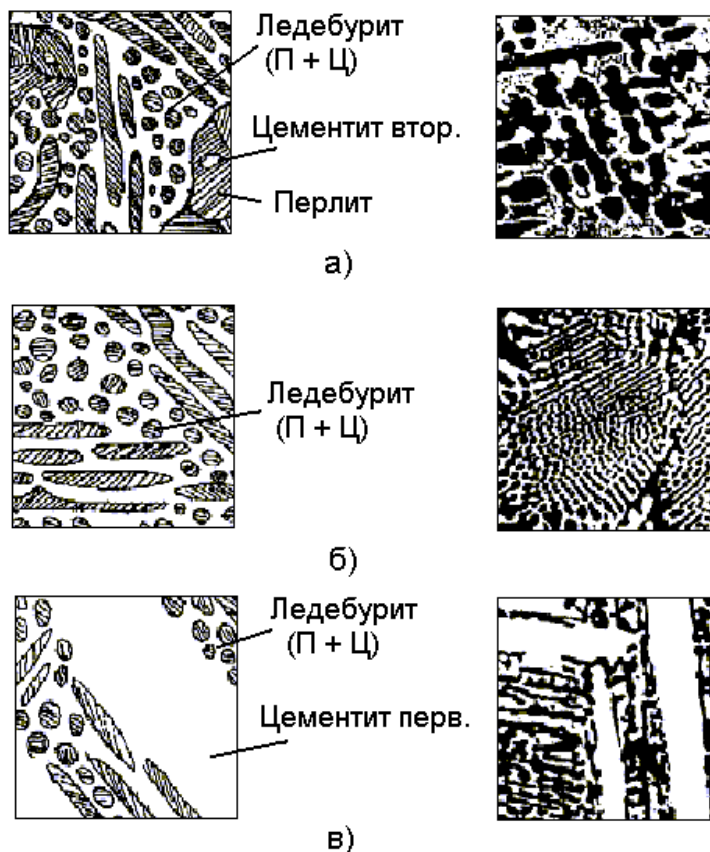


Рисунок 2 - Микроструктура белых чугунов

(слева схематическое изображение):

а) доэвтектический; б) эвтектический; в) заэвтектический

Эвтектический белый чугун при комнатной температуре состоит из одной структурной составляющей – ледебурита. Последний, в свою очередь, состоит из перлита и цементита и называется ледебуритом превращенным.

В заэвтектических белых чугунах из жидкости кристаллизуется первичный цементит в виде плоских игл, затем образуется ледебурит.

При комнатной температуре заэвтектический белый чугун содержит две структурные составляющие: первичный цементит и ледебурит. Фазовый состав белых чугунов при комнатной температуре такой же, как в углеродистых сталях в равновесном состоянии, все они состоят из феррита и цементита.

В зависимости от формы графитных включений различают серые, высокопрочные, ковкие чугуны и чугуны с вермикулярным графитом.

Серые чугуны получают при меньшей скорости охлаждения отливок, чем белые. Они содержат 1 – 3 %Si – обладающего сильным графитизирующим действием.

Серый чугун широко применяется в машиностроении. Он хорошо обрабатывается режущим инструментом. Из него производят станины станков, блоки цилиндров, фундаментные рамы, цилиндрические втулки, поршни и т.д.

Серые чугуны маркируются буквами СЧ и далее следует величина предела прочности при растяжении (в кгс/мм^2), например СЧ 15, СЧ 20, СЧ 35 (ГОСТ 1412-85).

Графит в сером чугуне наблюдается в виде темных включений на светлом фоне нетравленного шлифа. По нетравленному шлифу оценивают форму и дисперсность графита, от которых в сильной степени зависят механические свойства серого чугуна.

Серые чугуны подразделяют по микроструктуре металлической основы в зависимости от полноты графитизации. Степень или полноту графитизации оценивают по количеству свободно выделившегося (несвязанного) углерода.

Если графитизация в твердом состоянии прошла полностью, то чугун содержит две структурные составляющие – графит и феррит. Такой сплав называется серым чугуном на ферритной основе. Если же эвтектоидный распад аустенита прошел в соответствии с метастабильной системой то структура чугуна состоит из графита и перлита. Такой сплав называют серым чугуном на перлитной основе. Наконец, возможен промежуточный вариант, когда аустенит частично распадается по эвтектоидной реакции на феррит и графит, а частично с образованием перлита. В этом случае чугун содержит три структурные – графит, феррит и перлит. Такой сплав называют серым чугуном на феррито-перлитной основе.

Феррит и перлит в металлической основе чугуна имеют те же микроструктурные признаки, что и в сталях. Серые чугуны содержат повышенное количество фосфора, увеличивающего жидкотекучесть и дающего тройную эвтектику.

Высокопрочный чугун с шаровидным графитом получают модифицированием серого чугуна щелочно-земельными элементами. Чаще для этого используют магний, вводя его в жидкий расплав в количестве 0,02 – 0,03 %. Под действием магния графит кристаллизуется в шаровидной форме. Шаровидные включения графита в металлической матрице не являются такими сильными концентраторами напряжений, как пластинки графита в сером чугуне. Чугуны с шаровидным графитом имеют более высокие механические свойства, не уступающие литой углеродистой стали.

Маркируют высокопрочный чугун буквами ВЧ и далее следуют величины предела прочности при растяжении (в кгс/мм^2) ВЧ 40, ВЧ 45, ВЧ 80 (ГОСТ 7293-85). Так же, как и серые чугуны, они подразделяются по микроструктуре металлической основы в зависимости от полноты графитизации и бывают на ферритной, феррито-перлитной, перлитной основах. Высокопрочный чугун используется во многих областях техники взамен литой и ковкой стали, серого и ковкого чугунов.

Ковкий чугун получают путем отжига отливок из белого чугуна. Получение ковкого чугуна основано на том, что вместо неустойчивого цементита белого чугуна при повышенных температурах образуется графит отжига белого чугуна. Мелкие изделия сложной конфигурации, отлитые из белого чугуна, отжигают (получают ковкий чугун) для придания

достаточной пластичности, необходимой при их использовании в работе. Ковкий чугун маркируют буквами КЧ и далее следуют величины предела прочности при растяжении (в кгс/мм^2) и относительного удлинения (в %), например, КЧ 35-10, КЧ 60-3 (ГОСТ 1215-79). Графитизация идет путем растворения метастабильного цементита в аустените и одновременного выделения из аустенита более стабильного графита. В зависимости от графитизации встречаются те же три основные типа структур, что и в сером чугуне с пластинчатым графитом: ковкие чугуны на ферритной, феррито-перлитной и перлитной основах. От серых (литейных) чугунов ковкие чугуны отличаются по микроструктуре только формой графита.

Если на шлифах серых чугунов графит имеет форму извилистых прожилок, то в ковких чугунах графит, называемый углеродом отжига, находится в форме более компактных хлопьевидных включений с рваными краями. Более компактная форма графита обеспечивает повышение механических свойств ковкого чугуна по сравнению с серым чугуном с пластинчатым графитом. Обладая механическими свойствами, близкими к литой стали и высокопрочному чугуну, высоким сопротивлением ударным нагрузкам, износостойкостью, обрабатываемостью резанием, ковкий чугун находит свое применение во многих отраслях промышленности. Из него изготавливают поршни, шестерни, шатуны, скобы и др.

Чугуны с вермикулярным графитом получают как и высокопрочные чугуны модифицированием, только в расплав при этом вводится меньшее количество сфероидизирующих металлов. Маркируют чугуны с вермикулярным графитом буквами ЧВГ и далее следует цифра, обозначающая величину предела прочности при растяжении (кгс/мм^2), например, ЧВГ 30, ЧВГ 45 (ГОСТ 28394-89). Вермикулярный графит подобно пластинчатому графиту виден на металлографическом шлифе в форме прожилок, но они меньшего размера, утолщенные, с округлыми краями. Микроструктура металлической основы ЧВГ также как у других графитизированных чугунов может быть ферритной, перлитной и феррито-перлитной.

По механическим свойствам чугуны с вермикулярным графитом превосходят серые чугуны и близки к высокопрочным чугунам, а демпфирующая способность и теплофизические свойства ЧВГ выше, чем у высокопрочных чугунов. Чугуны с вермикулярным графитом более технологичны, чем высокопрочные и соперничают с серыми чугунами. Для них характерны высокая жидкотекучесть, обрабатываемость резанием, малая усадка. Чугуны с вермикулярным графитом широко используются в мировом и отечественном автомобилестроении, тракторостроении, судостроении, дизелестроении, энергетическом и металлургическом машиностроении для деталей, работающих при значительных механических нагрузках в условиях износа.

Устно ответить на следующие вопросы:

- 1) Какие сплавы относятся к чугунам?
- 2) На какие группы подразделяют чугуны?
- 3) Почему белый чугун имеет ограниченное использование?
- 4) Какими методами получают серые, ковкие, высокопрочные чугуны?
- 5) Как маркируются чугуны?

Подготовка и защита презентаций (индивидуально).

Темы для презентаций:

1. Чугуны с вермикулярным графитом.
2. Ковкий чугун.
3. Серые чугуны.
4. Маркировка чугунов.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе (презентация на 5-7 минут в электронном виде).

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме лабораторной работы с целью закрепления полученных навыков и умений.

Основная литература:

1) Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>

2) Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342>

Дополнительная литература:

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>;

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>.

Лабораторная работа № 8 (4 часа).

Тема: Алюминий и его сплавы.

Цель работы: изучить микроструктуру, свойства и применения сплавов на основе алюминия.

Ход работы:

Теоретическая часть:

Алюминий и его сплавы. Алюминий кристаллизуется в гранецентрированной кубической решетке. Наиболее характерные свойства его – малый удельный вес ($\rho = 2,7$), низкая температура плавления (657°C), высокая тепло- и электропроводность, высокая пластичность.

Алюминий – один из важнейших промышленных металлов. Он находит широкое применение в электротехнике, в химическом аппаратостроении, в быту и других областях. Применение его как конструкционного материала в технике ограничено низкой прочностью ($\sigma_B = 8\text{--}10 \text{ кг/мм}^2$).

Алюминий значительно упрочняется путем введения различных легирующих элементов, что позволяет получить сплавы с высокими прочностными свойствами.

Применяющиеся в технике алюминиевые сплавы делятся на *деформируемые* и *литейные*.

Деформируемые сплавы. Сплавы этого класса подразделяются на неупрочняемые термической обработкой и упрочняемые.

К сплавам первой группы относятся АМг1,5..., АМц2. В связи с низким содержанием легирующих элементов (магния или марганца) они представляют собой однофазные твердые растворы, обладающие высокой пластичностью, свариваемостью, но низкими прочностью и твердостью. Повысить их прочность можно за счет наклепа, возникающего при холодной пластической деформации. Для сплавов этой группы характерна широкая область применения: трубные конструкции, различные емкости для жидкостей (баки, цистерны), радиаторы охлаждения, элементы строительных конструкций (окна, двери), посуда и т. д.

К сплавам второй группы относятся Д1, Д18..., АК6, АК8..., В93, В95.

Наиболее распространенным представителем этой группы является дюралюминий (Д1, Д16), который, кроме алюминия, содержит около 4 % Cu, 1 % Mg, 1 % Mn и менее 0,7 % Fe и Si. Основными легирующими элементами являются медь и магний, поэтому этот материал может быть причислен к сплавам системы Al–Cu–Mg. Кремний и железо являются постоянными примесями, попадающими в сплав вследствие применения недостаточно чистого алюминия. Марганец вводится в дюралюминий главным образом для повышения коррозионной стойкости. Перечисленные компоненты образуют ряд растворимых соединений CuAl, CuMgAl₂ (S-фаза), Mg₂Si, вызывающих упрочнение сплава в процессе

термической обработки, заключающихся в закалке от 500 °С в воде с последующим естественным старением в течение 5–7 суток. Железистые и марганцовистые соединения в процессе закалки не растворяются.

Структура дюралюминия в отторженном состоянии состоит из твердого раствора и вторичных включений различных интерметаллических соединений; в закаленном – из пересыщенного твердого раствора и нерастворимых железистых и марганцовистых соединений. В процессе старения из пересыщенного твердого раствора выделяется высокодисперсная вторичная фаза (например, CuAl_2), которая является препятствием для движения дислокаций и приводит к упрочнению сплава в 3 – 4 раза.

Литейные сплавы. В качестве литейных сплавов на основе алюминия широкое распространение имеют *силумины* – алюминиевокремнистые сплавы (5–14 % Si). Диаграмма состояния системы Al–Si представлена на рисунке 16.2. Силумины обладают высокой жидкотекучестью, малой усадкой, удовлетворительной коррозионной стойкостью и применяются для получения отливок сложной формы. Типичным силумином является эвтектический сплав (11–12 % Si), структура которого имеет игольчатую эвтектику (основа сплава), состоящую из твердого раствора кремния в алюминии α и небольшого количества грубых игольчатых включений Si. Повышение прочности и пластичности силумина достигается модифицированием – введением в расплав перед разливкой незначительного количества натрия и его солей. При этом изменяется структура сплава: кристаллы кремния вместо игольчатых становятся округлыми.

Введение модификатора вызывает смещение линии начала кристаллизации кремния в сторону более высокого содержания кремния и более низких температур. Эвтектический сплав с 11–12 % Si в этом случае становится доэвтектическим.

Подготовка и защита презентаций (индивидуально).

Темы для презентаций:

1. Классификация алюминиевых сплавов.
2. Маркировка алюминиевых сплавов.
3. Назначение и область применения алюминиевых сплавов.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе (презентация на 5-7 минут в электронном виде).

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме лабораторной работы с целью закрепления полученных навыков и умений.

Основная литература:

1) Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>

2) Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342>

Дополнительная литература:

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>;

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>.

Лабораторная работа № 9 (3 часа).

Тема: Титан и его сплавы.

Цель работы: изучить основные свойства и микроструктуру технического титана и титановых сплавов различных структурных групп; ознакомиться с особенностями термической обработки сплавов титана и их применением в различных областях машиностроения.

Ход работы:

Теоретические сведения.

Титан является очень ценным конструкционным материалом для авиационной и

космической техники. Он почти вдвое легче железа ($\gamma = 4500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$), имеет высокую температуру плавления (1668°C), обладает высокой удельной прочностью и коррозионной стойкостью во многих агрессивных средах. В отличие от многих металлов (алюминия, магния, меди, железа и др.) даже технически чистый титан может применяться для изготовления конструкций, работающих как при повышенных температурах до 400°C , так и в условиях глубокого холода, например при температурах жидкого гелия (-253°C). Для повышения прочностных свойств титан легируют алюминием, хромом, марганцем, ванадием, цирконием, молибденом, ниобием, железом, кремнием, оловом.

При нагревании титана выше $500-550^\circ\text{C}$ он активно поглощает в больших количествах водород, кислород, азот и другие газы, образуя твердые растворы внедрения, а также гидриды, оксиды, нитриды и другие соединения. Они придают титану твердость и хрупкость, что является существенным недостатком для конструкционного материала. С другой стороны, способность титана поглощать газы используется в производстве электронно-вакуумных изделий (кинескопы, лампы и др.), где он используется как геттер.

Титан имеет две аллотропических формы: при температуре ниже 882°C существует α -титан с гексагональной плотноупакованной решеткой, а выше 882°C существует β -титан с объемно-центрированной кубической решеткой. Легирующие элементы способны снижать или повышать температуру полиморфного превращения. Так, например, алюминий повышает температуру превращения (рис. 1), стабилизируя α -фазу, а марганец (рис. 2) и молибден (рис. 3) снижают температуру превращения, стабилизируя β -фазу. Стабилизаторами β -фазы являются также хром, железо, никель, медь, вольфрам, кремний, образующие диаграммы, подобные диаграмме «титан-марганец» и ванадий, тантал, ниобий, образующие диаграммы, подобные диаграмме «титан – молибден». Такие легирующие добавки, как цирконий, олово, гафний, торий практически не изменяют температуру полиморфного превращения и являются нейтральными.

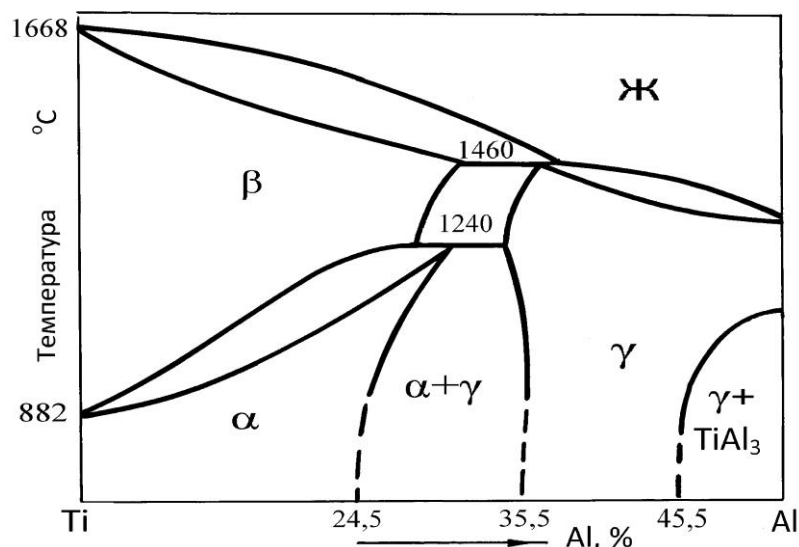


Рис. 1 Диаграмма состояния сплавов «титан - алюминий»

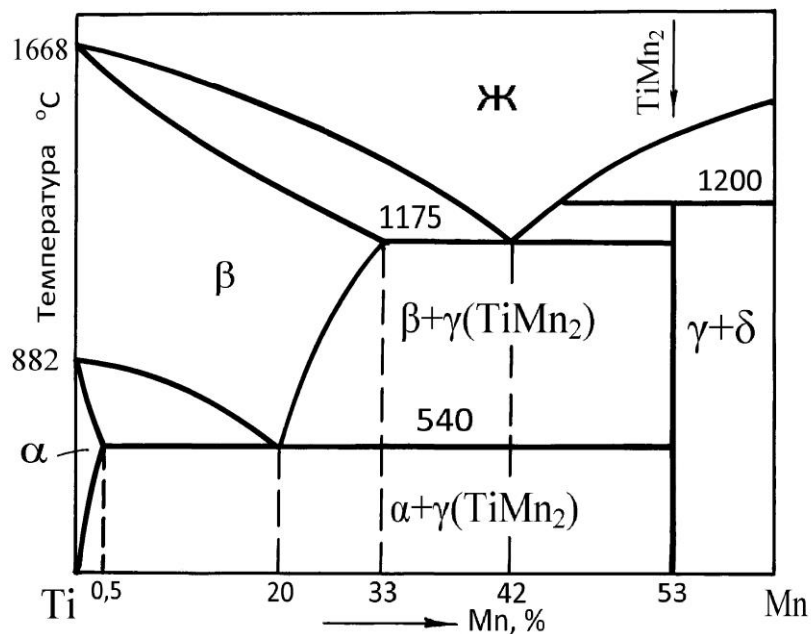


Рис. 2. Диаграмма состояния сплавов «титан - марганец»

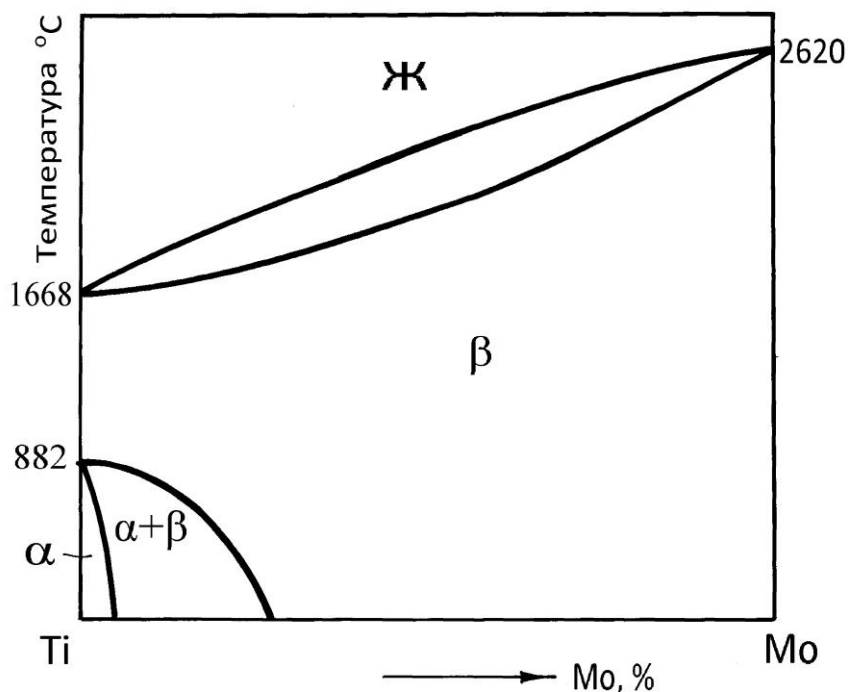


Рис. 3. Диаграмма состояния сплавов «титан – «молибден»

Структура технически чистого титана марки ВТ1-0 в отожженном состоянии состоит из равноосных зерен, а после нагрева до 920°C и охлаждения в воде приобретает игольчатую структуру мартенсита. Для нелегированного титана свойства мартенсита почти не отличаются от свойств зернистой структуры.

В зависимости от типа и количества легирующих элементов, содержащихся в титановых сплавах, их подразделяют: по структуре в отожженном состоянии - на α , $(\alpha + \beta)$ и β -сплавы; по способности упрочняться при термообработке - на упрочняемые и не упрочняемые; по механическим свойствам - на сплавы повышенной пластичности, нормальной прочности, высокопрочные и жаропрочные; по технологии изготовления деталей - на деформируемые и литейные.

Практически все титановые сплавы содержат в своем составе алюминий, который не только делает их более легкими, но также более прочными, жесткими, менее склонными к водородной хрупкости. Сплавы титана, содержащие только алюминий (ОТ4, ВТ5) или алюминий с небольшими добавками β - стабилизаторов и нейтральных упрочнителей (ВТ4,

BT18, BT20), относятся к группе α , - сплавов, т.к. после отжига имеют структуру твердого раствора замещения легирующих элементов в α - титане. Эти сплавы высокопластичны в горячем состоянии, хорошо куются, прокатываются, штампуются, свариваются. Они термически-не упрочняются, поэтому подвергаются только ре кристаллизационному отжигу для снятия наклепа. Сплавы этой группы обладают наиболее высокой жаропрочностью, они могут длительно работать при температуре 700°C.

Наибольшее применение в машиностроении имеют $\alpha+\beta$ сплавы, в равновесной структуре которых количество β - фазы может колебаться в широких пределах от 5 до 50%, в зависимости от содержания β - стабилизаторов. Они обладают хорошим сочетанием технологических и механических свойств, упрочняются при термической обработке: закалка + старение. В отожженном, закаленном состояниях эти сплавы имеют хорошую пластичность, а после старения - высокую прочность, причем чем больше в структуре β - фазы, тем сплав прочнее в отожженном состоянии и сильнее упрочняется при старении.

Однофазные β - сплавы промышленного применения не имеют, т.к. -должны содержать большое количество дорогих дефицитных легирующих элементов β -стабилизаторов, например ванадия, молибдена, ниобия, тантала (рис.3).

Применение титановых сплавов очень эффективно в сверхзвуковой авиации, ракетной и космической технике, где требуется высокая удельная прочность и жаропрочность при температурах 300- 600°C. При этих температурах алюминиевые, магниевые сплавы уже неэффективны или не могут работать вовсе, а стали и никелевые сплавы тяжелы.

Из титановых сплавов изготавливают диски и лопатки компрессоров реактивных авиационных двигателей, корпуса двигателей второй и третьей ступеней ракет. Благодаря высокой коррозионной стойкости титановые сплавы применяют для изготовления гребных винтов и корпусов морских судов, насосов для перекачки кислот, ответственных деталей и узлов, работающих в контакте с пищевыми продуктами. Они хорошо сочетаются с живыми тканями человека, поэтому используются для изготовления искусственных суставов и различных приспособлений, вживляемых в организм. Титановые сплавы применяют в холодильной и криогенной технике.

Устные ответы на следующие вопросы:

1. Какие свойства характеризуют титан как конструкционный материал?
2. Как влияют легирующие элементы на аллотропические формы титана?
3. По каким признакам и как классифицируются сплавы титана?
4. Каким видам термообработки подвергают сплавы титана?
5. Как происходит термическое упрочнение титановых сплавов?
6. Чем отличается мартенсит стали от мартенсита титана?
7. Где применяют сплавы титана?

Подготовка и защита презентаций (индивидуально).

Темы для презентаций:

1. Титан как конструкционный материал.
2. Область применения и назначение сплавов титана.
3. Виды термообработки сплавов титана.
4. Химический состав и механические свойства основных титановых сплавов.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе (презентация на 5-7 минут в электронном виде).

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме лабораторной работы с целью закрепления полученных навыков и умений.

Основная литература:

1) Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>

2) Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342>

Дополнительная литература:

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>;

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>.

Лабораторная работа № 10 (3 часа).

Тема: Медь и медные сплавы.

Цель работы: изучить состав, свойства, маркировку меди и её сплавов, особенности и применение их в технике.

Ход работы:

Подготовка и защита презентаций (индивидуально).

Темы для презентаций:

1. Медь. Основные свойства (физические, химические, технологические, механические).
2. Маркировка меди, влияние примесей на электропроводность и другие ее свойства.
3. Простые латуни (одно и двух фазные) — маркировка деформируемых и литейных латуней, их применение.
4. Характеристика сложных латуней (алюминиевых, никелевых, свинцовистых, кремнистых). Влияние легирующих элементов на их структуру и свойства.
5. Бронзы, классификация, состав, структура, маркировка, применение.
6. Бронзы, упрочняемые термообработкой, режимы, получаемые свойства, области применения.
7. Характеристика сплавов меди с никелем (состав, структура, маркировка, применение).

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе (презентация на 5-7 минут в электронном виде).

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме лабораторной работы с целью закрепления полученных навыков и умений.

Основная литература:

1) Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>

2) Слесарчук В.А. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / В.А. Слесарчук. - 2-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342>

Дополнительная литература:

1) Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства / С.В. Петухов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 357 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466493>;

2) Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург: Политехника, 2013. - 440 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к лекционным занятиям;
- создания презентационного материала для аудиторных занятий;

ПО:

- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, Лк</i>
1	2	3	4
ЛР	лаборатория автоматизации систем проектирования	Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD (3 шт.); Системный блок Cel D-315 (2 шт); Системный блок CPU 4000.2*512MB (5 шт); Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG (6 шт.); Системный блок iCel 433 (5 шт.); Принтер HP LJ P2015	№ 1- № 10
Лк	лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Проектор мультимедийный «CASIO» XJ-UT310WN с настенным креплением CASIO YM-88 Интерактивная доска Promethean 88 ActivBoard Touch Dry Erase 6 касаний с настенным креплением и программным обеспечением Promethean ActivInspire Монитор 17"LG L1753-SF (silver-blek) Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD	№1-№12
СР	ЧЗ-1	Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;	1. Производство металлов и сплавов.	1.1. Материалы для производства металлов и сплавов. 1.2. Производство чугуна. 1.3. Физико-химическая сущность получения стали.	Вопросы к зачету №1-20
ПК-11	способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;	2. Стали.	2.1. Классификация и маркировка сталей. 2.2. Конструкционные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. 2.3. Углеродистые и низколегированные конструкционные стали для машиностроения. 2.4. Коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные, криогенные, износостойкие, пружинно-рессорные стали. 2.5. Инструментальные стали и сплавы.	Вопросы к зачету №21-45
ПСК-2.8	способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.	3. Чугуны.	3.1. Классификация и маркировка чугунов.	Вопросы к зачету №46-67
		4. Цветные металлы и сплавы.	4.1. Алюминий и его сплавы. 4.2. Титан и его сплавы. 4.3. Медь и медные сплавы.	Вопросы к зачету №68-84

2. Вопросы к зачету.

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;	1. Какие исходные материалы применяются для получения железа и его сплавов (чугунов и сталей)? 2. Что является главным фактором, определяющим металлургическую ценность железных руд? 3. Какое основное назначение флюсов в доменном процессе? 4. Каким видам обработки подвергают железные руды до загрузки в доменную печь? 5. Каковы функции доменного топлива? 6. Что такое металлургический кокс? 7. Восстановительные или окислительные процессы происходят при получении чугуна в доменной печи? 8. Что такое шлак? 9. Почему конечным продуктом переработки руд в доменных печах является чугун? 10. Какие сталеплавильные агрегаты применяются для производства стали? 11. Что такое кислородный конвертер? 12. За счет чего происходит плавление металла в кислородном конвертере? 13. В чем главное отличие сталеплавильного процесса от доменного? 14. Как осуществляется раскисление? 15. Чем отапливаются мартеновские печи? 16. В чем главное преимущество мартеновского способа производства стали? 17. Какие основные недостатки мартеновского процесса? 18. В чем заключается сущность	1. Производство металлов и сплавов.
2.	ПК-11	способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;		
3.	ПСК-2.8	способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.		

			производства стали в электрических печах? 19. Какие преимущества получения стали в электропечах? 20. Каким образом можно повысить качество стали перед разливкой? 21. Как классифицируют стали по назначению? 22. Как классифицируют стали по химическому составу? 23. Как классифицируют стали по структуре? 24. Как классифицируют стали по качеству? 25. Как классифицируют стали по степени раскисления? 26. Как маркируют углеродистые стали обыкновенного качества? 27. Что означают буквы Ст в обозначении марки сталей? 28. Что обозначают буквы кп, пс и сп в марках сталей? 29. Что означают цифры в обозначении сталей обыкновенного качества, стоящие после букв Ст? 30. Как маркируют углеродистые качественные стали? 31. Как маркируют автоматные стали? 32. Какой элемент обозначается буквой «С» в автоматных сталях? 33. Для чего добавляют серу в автоматные стали? 34. Как маркируют подшипниковые стали? 35. Как маркируют углеродистые инструментальные стали? 36. Что обозначает буква «У» в марке инструментальной стали? 37. Как маркируют легированные инструментальные стали? 38. В чем различие в маркировках конструкционных легированных и инструментальных легированных сталей? 39. Что обозначает буква «Р» в обозначении марки инструментальной стали? 40. Как маркируют легированные	2. Стали.
--	--	--	---	------------------

		конструкционные стали? 41. Что означает буква «А» в середине марки легированной стали? 42. Что означает буква «А» в конце марки? 43. Как классифицируют легированные стали по структуре в отожженном состоянии? 44. Как классифицируют легированные стали по структуре в нормализованном состоянии? 45. Какие элементы повышают жаростойкость сталей?	
		46. Что такое чугун? 47. Как подразделяют чугуны по степени эвтектичности? 48. Чем белые чугуны отличаются от графитизированных? 49. Где используют белые чугуны? 50. Как различают чугуны по форме графита? 51. Как форма графита влияет на прочность чугунов? 52. Как маркируют серые чугуны? 53. Какая форма графита в серых чугунах? 54. Как структура металлической основы влияет на прочность чугунов? 55. Почему ковкие чугуны так называют? 56. Как маркируют ковкие чугуны? 57. Какая форма графита в ковких чугунах? 58. Как получают ковкие чугуны? 59. Как маркируют высокопрочные чугуны? 60. Какой вид имеет графит в высокопрочных чугунах? 61. Как получается в чугуне шаровидный графит? 62. Почему чугуны с шаровидным графитом называются высокопрочными? 63. Что такое вермикулярный графит? 64. Как маркируют чугуны с вермикулярным графитом?	3. Чугуны.

			65. Как маркируют антифрикционные чугуны? 66. Какие чугуны используют для литья деталей, работающих при высоких температурах или в коррозионной среде? 67. Как маркируют легированные чугуны. 68. На какие группы делятся алюминиевые сплавы в зависимости от технологии их обработки? 69. Как маркируют литейные алюминиевые сплавы? 70. Как маркируют дуралюмины? 71. Как упрочняют алюминиевые сплавы, не упрочняемые термической обработкой? 72. Каким видам термообработки подвергают алюминиевые деформируемые сплавы? 73. Как маркируют ковкие алюминиевые сплавы? 74. Как маркируют высокопрочные алюминиевые сплавы? 75. Как маркируют чистую медь? 76. Чем латуни отличаются от бронз? 77. Как маркируют двухкомпонентные латуни? 78. Как маркируют литейные латуни? 79. Как маркируют деформируемые латуни? 80. Как классифицируют бронзы по содержанию легирующих элементов? 81. Как классифицируют литейные бронзы? 82. Как классифицируют деформируемые бронзы? 83. Каким основным элементом легируют титановые сплавы? 84. Как маркируют титановые сплавы?	4. Цветные металлы и сплавы.
--	--	--	---	--

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
Знать: ОК-1: основные методы анализа и синтеза; ПК-11: требования, предъявляемые к конструкционным и защитно-отделочным материалам, и принципы их выбора; ПСК-2.8: классификацию и маркировку металлов и сплавов; Уметь: ОК-1: применять на практике методы анализа и синтеза; ПК-11: осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования; ПСК-2.8: осуществлять исходя из условий эксплуатации, изготовления и экономических соображений выбор материалов для подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин; Владеть: ОК-1: навыками абстрактного мышления, анализа, синтеза; ПК-11: навыками выбора технологий и режимов, обеспечивающих целенаправленное регулирование свойств конструкционных материалов; ПСК-2.8: практическими навыками по рациональному выбору металлических и защитно-отделочных материалов для деталей подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин.	зачтено	оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопросы конструкционным и защитно-отделочным материалам раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, продемонстрированы знания требований, предъявляемых к конструкционным и защитно-отделочным материалам, показано усвоение практических навыков по рациональному выбору металлических и защитно-отделочных материалов для деталей подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин. Допускаются незначительные ошибки.
	не зачтено	оценка «не зачтено» выставляется, если не раскрыто основное содержание конструкционных и защитно-отделочных материалов; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, классификации, маркировки металлов и сплавов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; не сформированы компетенции, умения и навыки.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.

Изучение дисциплины «Конструкционные и защитно-отделочные материалы» основывается на обучении будущих специалистов основным методам выбора конструкционных и защитно-отделочных материалов при проектировании подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин.

В ходе освоения всех разделов дисциплины обучающиеся должны:

- а) овладеть классификацией и знать маркировку наиболее часто используемых в машиностроении сталей и сплавов;
- б) освоить методику выбора конструкционных и защитно-отделочных материалов при проектировании подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин;
- в) уметь анализировать прочностные характеристики проектируемой конструкции исходя из выбора конструкционных материалов;
- г) осуществлять обоснованный выбор защитно-отделочных материалов, оптимально отвечающих условиям эксплуатации проектируемой конструкции.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Маркировка и классификация сталей и сплавов.
2. Основные механические характеристики сталей и сплавов и их влияние на прочностные свойства проектируемой конструкции.
3. Маркировка и классификация цветных металлов, применяемых в машиностроении.
4. Маркировка и классификация основных защитно-отделочных материалов, применяемых в машиностроении.
5. Влияние условий эксплуатации проектируемого изделия на выбор защитно-отделочных материалов.

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых при подготовке к зачету, требует основательной самостоятельной подготовки. Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на аудиторных занятиях, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, лабораторных работ в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Конструкционные и защитно-отделочные материалы

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: Получение знаний об основных свойствах (механических, физико-химических, технологических) конструкционных и защитно-отделочных материалов, используемых в современном машиностроении, закономерностях их изменения в процессе обработки и эксплуатации.

Задачей изучения дисциплины является: приобретение практических навыков по рациональному выбору металлических и защитно-отделочных материалов для деталей подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин.

2. Структура дисциплины

2.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Производство металлов и сплавов.
- 2- Стали.
- 3- Чугуны.
- 4- Цветные металлы и сплавы.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-1 - способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ПК-11 – способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;

ПСК-2.8 - способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

***Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год***

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры иностранных языков №__ от «__» _____ 20__ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;	1. Производство металлов и сплавов.	1.1. Материалы для производства металлов и сплавов. 1.2. Производство чугуна. 1.3. Физико-химическая сущность получения стали.	Тестовое задание № 1
ПК-11	способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;	2. Стали.	2.1. Классификация и маркировка сталей. 2.2. Конструкционные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. 2.3. Углеродистые и низколегированные конструкционные стали для машиностроения. 2.4. Коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные, криогенные, износостойкие, пружинно-рессорные стали. 2.5. Инструментальные стали и сплавы.	Тестовое задание № 2
ПСК-2.8	способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.	3. Чугуны.	3.1. Классификация и маркировка чугунов.	Тестовое задание № 3
		4. Цветные металлы и сплавы.	4.1. Алюминий и его сплавы. 4.2. Титан и его сплавы. 4.3. Медь и медные сплавы.	Тестовое задание № 4

Тестовое задание №1.

1. Исходные материалы для получения железа и его сплавов (чугунов и сталей).

- а) руда;
- б) руда, топливо;
- в) огнеупорные материалы, руда, топливо;
- г) руда, флюс, топливо, огнеупорные материалы.

2. Материалы для производства цветных металлов и сплавов.

- а) руда; б) руда, топливо; в) огнеупорные материалы, руда, топливо;
- г) руда, флюс, топливо, огнеупорные материалы.

3. Горная порода, из которой при данном уровне развития техники целесообразно извлекать металлы или их соединения.

- а) руда;
- б) топливо;
- в) огнеупорные материалы;
- г) флюс, топливо.

4. Материалы, загружаемые в плавильную печь для образования легкоплавкого соединения с пустой породой руды или концентратом и золой топлива.

- а) руда;
- б) топливо;
- в) огнеупорные материалы;
- г) флюс.

5. Легкоплавкое соединение с пустой породой руды или концентратом и золой топлива.

- а) руда;
- б) шлак;
- в) огнеупорные материалы;
- г) флюс.

6. Кокс, природный газ, мазут, доменный газ – это.

- а) руда;
- б) топливо;
- в) огнеупорные материалы;
- г) флюс.

7. Материалы, применяемые для изготовления внутреннего облицовочного слоя металлургических печей и ковшей для расплавленного металла.

- а) руда;
- б) топливо;
- в) огнеупорные материалы;
- г) флюс.

8. Главный фактор, определяющий металлургическую ценность железных руд.

- а) содержание железа;
- б) содержание меди;
- в) содержание молибдена

9. Основное назначение флюсов в доменном процессе.

- а) газообразование;
- б) шлакообразование;

- в) раскисление;
- г) легирование

10. Виды обработки железных руд до загрузки в доменную печь.

- а) дробление;
- б) сортировка, обогащение,
- в) дробление, сортировка, обогащение, окускование

11. Функции доменного топлива.

- а) получение необходимой температуры для расплавления шихты;
- б) получение необходимой температуры и создание условий для восстановления железа из руды
- в) получение необходимой температуры для расплавления руды.

12. Металлургический кокс. – это

- а) смесь мазута и природного газа;
- б) продукт сухой перегонки каменного угля;
- в) смесь каменного угля и мазута;
- г) доменный газ

13. Шлак – это

- а) побочный продукт доменной плавки;
- б) смесь кокса с рудой;
- в) оксиды железа.

14. Продукты доменной плавки.

- а) чугун, сталь, кокс;
- б) чугун, шлак, доменный газ;
- в) сталь, флюс.

15. Сталеплавильные агрегаты применяемые для производства стали.

- а) домна; мартеновская печь;
- б) домна, кислородный конвертер, электропечь;
- в) кислородный конвертер, мартеновская печь, электропечь

16. Способы раскисления.

- а) флюсом;
- б) осаждающий и диффузионный;
- в) легирование

17. Топливо для мартеновских печей.

- а) кокс;
- б) мазут или низкокалорийный газ;
- в) каменный уголь;
- г) электронагрев

18. Главное преимущество мартеновского способа производства стали.

- а) большая производительность;
- б) дешевизна;
- в) возможность выплавки сталей любых марок.

19. Основные недостатки мартеновского процесса.

- а) низкая производительность;
- б) невозможность выплавки высоколегированных сталей;
- в) низкое качество стали;

г) большое количество топлива и длительный цикл.

20. Преимущества получения стали в электропечах.

- а) возможность выплавки сталей любого качества и назначения;
- б) возможность выплавки низкоуглеродистых сталей;
- в) большая вместимость по сравнению с мартеновскими печами и кислородным конвертером.

21. Процесс, осуществляющийся введением ферросплавов или чистых металлов в необходимом количестве в расплав.

- а) раскисление и легирование;
- б) восстановление,
- в) рафинирование.

22. Химическая неоднородность, возникающая вследствие уменьшения растворимости примесей в железе при кристаллизации.

- а) рекристаллизация;
- б) ликвация;
- в) усадочная раковина.

23. Обработка металла синтетическим шлаком, вакуумная дегазация, плавка в вакуумных печах, электродный переплав, вакуумно-дуговой переплав, вакуумно-индукционный переплав, переплав металла в электронно-лучевых и плазменных печах – это

- а) способы производства чугуна;
- б) способы выплавки стали;
- в) способы повышения качества стали.

Тестовое задание № 2.

24. Классификация сталей по назначению.

- а) обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особовысококачественные;
- б) конструкционные, инструментальные, специального назначения;
- в) спокойные, полуспокойные, кипящие
- г) низко-, средне- и высокоуглеродистые
- д) доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные
- е) углеродистые и легированные

25. Классификация сталей по химическому составу.

- а) обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особовысококачественные;
- б) конструкционные, инструментальные, специального назначения;
- в) спокойные, полуспокойные, кипящие
- г) низко-, средне- и высокоуглеродистые
- д) доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные
- е) углеродистые и легированные

26. Классификация сталей по структуре.

- а) обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особовысококачественные;
- б) конструкционные, инструментальные, специального назначения;
- в) спокойные, полуспокойные, кипящие
- г) низко-, средне- и высокоуглеродистые
- д) доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные
- е) углеродистые и легированные

27. Классификация сталей по качеству.

- а) обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особовысококачественные;
- б) конструкционные, инструментальные, специального назначения;
- в) спокойные, полуспокойные, кипящие
- г) низко-, средне- и высокоуглеродистые
- д) доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные
- е) углеродистые и легированные

28. Классификация сталей по степени раскисления.

- а) обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особовысококачественные;
- б) конструкционные, инструментальные, специального назначения;
- в) спокойные, полуспокойные, кипящие
- г) низко-, средне- и высокоуглеродистые
- д) доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные
- е) углеродистые и легированные

29. Маркировка углеродистых сталей обыкновенного качества.

- а) Ст;
- б) буквой У и двузначной цифрой после;
- в) буквами ЭП в конце марки

30. Качество сталей зависит от

- а) содержания углерода;
- б) содержания легирующих элементов;
- в) содержания серы и фосфора.

31. Буквы Ст в обозначении марки сталей обозначают

- а) сталь качественная;
- б) сталь обыкновенного качества;
- в) сталь инструментальная

32. Буквы кп, пс и сп в марках сталей обозначают

- а) химический состав;
- б) степень раскисления;
- в) качество

33. Кипящей называют сталь,

- а) обладающую повышенной плотностью;
- б) доведенную до температуры кипения;
- в) раскисленную марганцем, кремнием, алюминием;
- г) раскисленную только марганцем.

34. Спокойной называют сталь,

- а) обладающую повышенной плотностью;
- б) доведенную до температуры кипения;
- в) раскисленную марганцем, кремнием, алюминием;
- г) раскисленную только марганцем.

35. Полуспокойной называют сталь,

- а) обладающую повышенной плотностью;
- б) доведенную до температуры кипения;
- в) раскисленную марганцем, кремнием, алюминием;
- г) раскисленную марганцем и кремнием.

36. Критерий для разделения сталей по качеству.

- а) степень раскисления стали;
- б) степень легирования стали;
- в) содержание в стали серы и фосфора;
- г) содержание в стали неметаллических включений.

37. Цифры в обозначении сталей обыкновенного качества, стоящие после букв Ст, обозначают

- а) количество углерода;
- б) условный номер марки стали;
- в) вид термообработки

38. Пример маркировки углеродистых качественных сталей.

- а) Ст4сп;
- б) 40;
- в) ШХ15;
- г) У10А

39. Изделия, изготавливаемые из сталей марок 65, 70.

- а) изделия, изготавливаемые глубокой вытяжкой;
- б) пружины, рессоры;
- в) неотвержденные элементы сварных конструкций;
- д) цементуемые изделия.

40. Автоматные стали – это

- а) стали, предназначенные для изготовления пружин, работающих в автоматических устройствах;
- б) стали, длительно работающие при цикловом знакопеременном нагружении;
- в) стали с улучшенной обрабатываемостью резанием, имеющие повышенное содержание серы или дополнительно легированные свинцом, селеном или кальцием.

41. Пример маркировки автоматных сталей.

- а) А12;
- б) 30ХМА;
- в) А-III;
- г) АК4

42. Буквой «С» в автоматных сталях обозначается

- а) углерод;
- б) сера;
- в) свинец;
- г) кремний

43. Сера в автоматные стали добавляют

- а) для улучшения свариваемости;
- б) для повышения прочности;
- в) для улучшения обрабатываемости резанием;
- г) для повышения пластичности

44. Пример маркировки шарикоподшипниковых сталей.

- а) 30ХМА;
- б) 40;
- в) ШХ15;

- г) У10А;
- д) 12Х17

45. Пример маркировки углеродистых инструментальных сталей.

- а) 30ХМА;
- б) 40;
- в) ШХ15;
- г) У10А;
- д) 12Х17

46. Буква «У» в марке инструментальной стали обозначает

- а) качественная;
- б) углеродистая;
- в) высокопрочная

47. Пример маркировки легированных инструментальных сталей

- а) 9ХС;
- б) 09Г2С;
- в) 20Х13;
- г) У8

48. Различие в маркировках конструкционных легированных и инструментальных легированных сталей.

- а) у инструментальных сталей кол-во углерода обозначается одной цифрой;
- б) у инструментальных сталей кол-во углерода обозначается двумя цифрами;
- в) у инструментальных сталей в начале марки стоит буква «У»

49. Буква «Р» в марке инструментальной стали обозначает

- а) высококачественная;
- б) быстрорежущая;
- в) легированная

50. Пример маркировки легированных конструкционных сталей.

- а) 30ХМА;
- б) 40;
- в) ШХ15;
- г) У10А;
- д) Р6М5

51. Буква «А» в середине марки легированной стали обозначает

- а) высококачественная;
- б) азот;
- в) автоматная

52. Буква «А» в конце марки обозначает

- а) высококачественная;
- б) быстрорежущая;
- в) легированная

53. Классификация легированных сталей по структуре в отожженном состоянии.

- а) доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные, ледебуритные;
- б) перлитные, аустенитные, ферритные, ледебуритные;
- в) перлитные, мартенситные, аустенитные, ферритные

54. Классификация легированных сталей по структуре в нормализованном состоянии.

- а) доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные;
- б) доэвтектоидные, эвтектоидные, аустенитные, ферритные, ледебуритные;
- в) перлитные, мартенситные, аустенитные.

55. Элементы, повышающие жаростойкость сталей.

- а) Al, Si, Cr, Ti;
- б) Mo, V, W, Nb, B;
- в) Ni, W, Ti, Mn

56. Классификация сталей по количеству углерода.

- а) низкоуглеродистые (до 0,1%С), среднеуглеродистые (0,2-0,6%С), высокоуглеродистые (>0,8%С);
- б) низкоуглеродистые (до 0,25%С), среднеуглеродистые (0,3-0,6%С), высокоуглеродистые (>0,7%С);
- в) низкоуглеродистые (до 0,3%С), среднеуглеродистые (0,4-0,8%С), высокоуглеродистые (>0,8%С).

57. Классификация сталей по количеству легирующих элементов.

- а) низколегированные (до 1% л.э.), высоколегированные (>6% л.э.);
- б) низколегированные (до 5% л.э.), среднелегированные (5-10% л.э.), высоколегированные (>10% л.э.);
- в) среднелегированные (4-10% л.э.), высоколегированные (>10% л.э.).

58. Пример маркировки классов арматурных сталей.

- а) А12;
- б) 30ХМА;
- в) А-III;
- г) АК4

59. Пример маркировки классов строительных сталей.

- а) А12;
- б) 30ХМА;
- в) С-245;
- г) Ст3пс3.

60. Цифра в обозначении класса строительной стали обозначает.

- а) количество углерода в сотых долях процента;
- б) предел прочности МПа;
- в) предел текучести МПа;
- г) относительное удлинение %.

61. Металлы называют жаростойкими.

- а) металлы, способные сопротивляться часто чередующимся нагреву и охлаждению;
- б) металлы, способные сопротивляться коррозионному воздействию газа при высоких температурах;
- в) металлы, способные сохранять структуру мартенсита при высоких температурах;
- г) металлы, способные длительное время сопротивляться деформированию и разрушению при повышенных тем-пературах.

62. Металлы называют жаропрочными.

- а) металлы, способные сопротивляться часто чередующимся нагреву и охлаждению;

- б) металлы, способные сопротивляться коррозионному воздействию газа при высоких температурах;
- в) металлы, способные сохранять структуру мартенсита при высоких температурах;
- г) металлы, способные длительное время сопротивляться деформированию и разрушению при повышенных температурах.

63. Сталь марки 45 по структуре.

- а) заэвтектоидная;
- б) доэвтектоидная;
- в) эвтектоидная.

64. Сталь марки 45 по качеству.

- а) обыкновенного качества
- б) качественная;
- в) высококачественная.

65. Сталь марки 45 по назначению.

- а) инструментальная;
- б) конструкционная;
- в) специального назначения.

66. Сталь марки СтЗспЗ по структуре.

- а) заэвтектоидная;
- б) доэвтектоидная;
- в) эвтектоидная.

67. Сталь марки СтЗспЗ по качеству.

- а) обыкновенного качества;
- б) качественная;
- в) высококачественная.

68. Сталь марки СтЗспЗ по назначению.

- а) инструментальная;
- б) конструкционная;
- в) специального назначения.

69. Сталь марки СтЗспЗ по степени раскисления.

- а) полуспокойная;
- б) спокойная;
- в) кипящая.

70. Сталь марки У8А по структуре.

- а) заэвтектоидная;
- б) доэвтектоидная;
- в) эвтектоидная.

71. Сталь марки У10 по структуре.

- а) заэвтектоидная;
- б) доэвтектоидная;
- в) эвтектоидная.

72. Сталь марки У8А по качеству.

- а) обыкновенного качества;
- б) качественная;

в) высококачественная.

73. Сталь марки У8 по качеству.

- а) обыкновенного качества;
- б) качественная;
- в) высококачественная.

74. Сталь марки У8А по назначению.

- а) инструментальная;
- б) конструкционная;
- в) специального назначения.

75. Количество углерода в стали Ст3пс2.

- а) 3%;
- б) 0,3%;
- в) 0,03%;
- г) 0,14 – 0,22%.

76. Количество углерода в стали 50.

- а) 0,5%;
- б) 5%;
- в) 0,05%;
- г) 50%.

77. Количество углерода в стали У10А.

- а) 10%;
- б) 1%;
- в) 0,1%;
- г) 0,01%.

78. Легирующие элементы в стали 10ХСНД.

- а) хром, сера, никель, магний;
- б) хром, кремний, никель, медь;
- в) хром, свинец, ниобий, медь.

79. Легирующие элементы в стали 5ХНМ.

- а) хром, никель, магний;
- б) хром, никель, медь;
- в) хром, никель, молибден.

80. Количество углерода в стали 9ХС.

- а) 9%;
- б) 0,9%;
- в) 0,09%.

81. Количество легирующих элементов в стали 12Х18Н10.

- а) хрома 0,18%, никеля 0,01%;
- б) хрома 18%, никеля 10%;
- в) хрома 1,8%, никеля 1%.

82. Назначение стали 12Х18Н10Т.

- а) инструментальная;
- б) конструкционная;
- в) специального назначения.

83. Количество углерода в стали 08.

- а) 8%;
- б) 0,8%;
- в) 0,08%.

84. Количество углерода в стали 20.

- а) 0,2% ;
- б) 20%;
- в) 2%;
- г) 0,02%.

85. Количество углерода в стали У7А.

- а) 7%;
- б) 0,7%;
- в) 0,07%.

86. Количество углерода в стали 70.

- а) 7%;
- б) 0,7%;
- в) 0,07%;
- г) 70%.

87. Сталь 08 кп по качеству.

- а) обыкновенного качества;
- б) качественная;
- в) высококачественная.

88. Сталь 08 кп по степени раскисления.

- а) полуспокойная;
- б) спокойная;
- в) кипящая.

89. Сталь 08 кп по назначению.

- а) инструментальная;
- б) конструкционная;
- в) специального назначения.

90. Легирующие элементы в стали 40ХМА.

- а) хром, магний, алюминий;
- б) хром, молибден;
- в) хром, марганец.

91. Количество углерода в стали 40ХМА.

- а) 40%;
- б) 4%;
- в) 0,4%;
- г) 0,04%.

92. Легирующие элементы в стали 38Х2М2НА и их количество.

- а) хром 2%, молибден 2%, никель □ 1%;
- б) хром 2%, марганец 2%, никель □ 1%, алюминий □ 1%;
- в) хром 0,2%, молибден 0,2%, никель □ 1%.

93. Сталь марки У10А по структуре.

- а) заэвтектоидная;
- б) доэвтектоидная;
- в) эвтектоидная.

94. Количество углерода в стали 5ХНМ.

- а) 5%;
- б) 0,5%;
- в) 0,05%.

95. Легирующие элементы в стали 5ХНМА и их количество.

- а) хром 1%, молибден 1%, никель =1%;
- б) хром 1%, марганец 1%, никель 1%, алюминий 1%;
- в) хром 0,1%, молибден 0,1%, никель 0,1%.

96. Легирующие элементы в стали 18ХГТ.

- а) хром, германий, титан;
- б) хром, марганец, тантал;
- в) хром, марганец, титан.

97. Количество углерода в стали 18ХГТ.

- а) 1,8%;
- б) 0,18%;
- в) 18%.

Тестовое задание № 3.

98. Чугун – это

- а) сплав железа с никелем;
- б) железо-углеродистый сплав с содержанием углерода $\leq 0,02\%$;
- в) железо-углеродистый сплав с содержанием углерода от 0,02% до 2,14%;
- г) железо-углеродистый сплав с содержанием углерода от 2,14% до 6,67%;
- д) железо-углеродистый сплав с содержанием углерода $\geq 6,67\%$

99. Деление чугунов по степени эвтектичности.

- а) доэвтектоидные, заэвтектоидные;
- б) доэвтектические, эвтектические, заэвтектические;
- в) эвтектические

100. Применение белых чугунов.

- а) для передела в сталь или ковкий чугун;
- б) для изготовления литых ответственных деталей;
- в) для строительных колонн и фундаментальных плит

101. Различие чугунов по форме графита.

- а) белые и серые;
- б) белые и легированные;
- в) серые, ковкие, высокопрочные, вермикулярные

101. Пример маркировки серых чугунов.

- а) СЧ25;
- б) КЧ45-7;
- в) ВЧ70;

г) СЧ25-12

102. Цифры в марке серых чугунов обозначают

- а) количество углерода;
- б) предел прочности МПа $\times 10^{-1}$;
- в) относительное удлинение в %.

103. Форма графита в серых чугунах.

- а) хлопьевидный;
- б) пластинчатый;
- в) шаровидный;
- г) вермикулярный

104. Причина того, что ковкие чугуны так называют.

- а) такие чугуны можно ковать;
- б) пластичность их выше по сравнению с серыми и белыми чугунами;
- в) относится к деформируемым материалам

105. Пример маркировки ковких чугунов.

- а) СЧ25;
- б) КЧ45-7;
- в) ВЧ70;
- г) СЧ25-12

106. Цифры в марке ковких чугунов обозначают

- а) количество углерода и легирующих элементов;
- б) предел прочности МПа $\times 10^{-1}$ и относительное удлинение в %.
- в) относительное сужение и удлинение в %.

107. Форма графита в ковких чугунах.

- а) хлопьевидный;
- б) пластинчатый;
- в) шаровидный;
- г) вермикулярный

108. Получение ковких чугунов.

- а) модифицированием;
- б) отжигом белого чугуна;
- в) отжигом серого чугуна

109. Пример маркировки высокопрочных чугунов.

- а) СЧ25;
- б) КЧ45-7;
- в) ВЧ70;
- г) СЧ25-12;
- д) ЧВГ

110. Цифры в марке высокопрочных чугунов обозначают

- а) количество углерода;
- б) предел прочности МПа $\times 10^{-1}$;
- в) относительное удлинение в %.

111. Вид графита в высокопрочных чугунах.

- а) хлопьевидный;

- б) пластинчатый;
- в) шаровидный;
- г) вермикулярный

112. Получение в чугунах шаровидного графита.

- а) модифицированием серых чугунов;
- б) отжигом белого чугуна;
- в) отжигом серого чугуна

113. Форма вермикулярного графита.

- а) хлопьевидная;
- б) пластинчатая;
- в) червеобразная;
- г) шаровидная.

114. Маркировка чугунов с вермикулярным графитом.

- а) СЧ25;
- б) КЧ45-7;
- в) ВЧ70;
- г) СЧ25-12;
- д) ЧВГ

115. Пример маркировки антифрикционных чугунов.

- а) СЧ25;
- б) КЧ45-7;
- в) ВЧ70;
- г) АСЧ-1;
- д) ЧВГ

116. Чугуны, используемые для литья деталей, работающих при высоких температурах или в коррозионной среде.

- а) АЧК-1;
- б) ЖЧС-5;
- в) КЧ60-3;
- г) АЧВ-1

117. Пример маркировки легированных чугунов.

- а) АЧК-1;
- б) СЧ25;
- в) ЧН19ХЗШ;
- г) ВЧ80

Тестовое задание №4.

118. Тип кристаллической решетки алюминия.

- а) ОЦК;
- б) ГЦК;
- в) ГПУ.

119. Группы алюминиевых сплавов в зависимости от технологии их обработки.

- а) термоупрочняемые и нетермоупрочняемые;
- б) литейные и деформируемые;
- в) дуралюмины и силумины

120. Пример маркировки литейных алюминиевых сплавов.

- а) АК9;
- б) Д16;
- в) В65;
- г) АМг6

121. Силумины – это

- а) сплавы системы Al-Cu;
- б) сплавы системы Al-Si;
- в) сплавы системы Al-Mg.

122. Дуралюмины – это

- а) сплавы системы Al-Cu;
- б) сплавы системы Al-Si;
- в) сплавы системы Al-Mg

123. Пример маркировки дуралюминов.

- а) АК9;
- б) Д16;
- в) В65;
- г) АМг6

124. Способы упрочнения алюминиевых сплавов, не упрочняемые термической обработкой.

- а) упрочнение невозможно;
- б) закалкой и старением;
- в) нагартовкой

125. Виды термообработки алюминиевых деформируемых сплавов.

- а) отжиг, закалка, старение, возврат;
- б) нормализация, закалка, отпуск;
- в) нагартовка, отжиг, возврат.

126. Виды старения алюминиевых сплавов.

- а) естественное и искусственное;
- б) нормализационное и искусственное;
- в) рекристаллизационное и коагуляционное.

127. Стадии искусственного старения.

- а) зонная, фазовая, коагуляционная;
- б) зонная, возврат;
- в) фазовая, зонная.

128. Термическая обработка, после которой дуралюмины имеют максимальную пластичность.

- а) закалка;
- б) отжиг;
- в) старение.

129. Термическая обработка, после которой дуралюмины имеют максимальную твердость.

- а) закалка;
- б) отжиг;

- в) возврат;
- г) закалка + старение.

130. Пример маркировки ковких алюминиевых сплавов.

- а) АК9;
- б) Д16;
- в) В65;
- г) АМг6;
- д) АК8

131. Пример маркировки высокопрочных алюминиевых сплавов.

- а) АК9;
- б) Д16;
- в) В65;
- г) АМг6.

132. Пример маркировки технического алюминия.

- а) АК9;
- б) Д16;
- в) В65;
- г) АМг6;
- д) АД1

133. Тип кристаллической решетки меди.

- а) ОЦК;
- б) ГЦК;
- в) ГПУ.

134. Тип кристаллической решетки цинка.

- а) ОЦК;
- б) ГЦК;
- в) ГПУ.

135. Пример маркировки чистой меди.

- а) АК9;
- б) Д16;
- в) В65;
- г) М00

136. Латунь – это

- а) сплав меди с цинком;
- б) сплав железа с никелем;
- в) сплав меди с оловом;
- г) сплав алюминия с кремнием.

137. Сплавы меди с кремнием, алюминием, оловом, бериллием и т.д., кроме цинка, называют

- а) бронзы;
- б) латуни;
- в) инвары;
- г) баббиты.

138. Отличие латуней от бронз.

- а) латунь – это сплав меди с цинком, а бронза не содержит цинка, или цинк не является основным легирующим элементом;
- б) латунь – это сплав меди с оловом, а бронза сплав меди с цинком;
- в) латунь – это сплав меди с алюминием, а бронза не содержит алюминия

139. Двойной или многокомпонентный сплав меди, основным легирующим элементом которых является цинк.

- а) латунь;
- б) бронза;
- в) силумин;
- г) дуралюмин.

140. Сплав меди с оловом, алюминием, кремнием, бериллием, кадмием, хромом и другими элементами.

- а) латунь;
- б) бронза;
- в) силумин;
- г) дуралюмин.

141. Пример маркировки двухкомпонентных латуней.

- а) Л90;
- б) М2;
- в) ЛЦ23А6;
- г) БрАЦН 3-36-2

142. Пример маркировки литейных латуней.

- а) БрАЦН 3-36-2;
- б) М2;
- в) ЛЦ23А6;
- г) ЛА77-2

143. Пример маркировки деформируемых латуней.

- а) БрАЦН 3-36-2;
- б) М2;
- в) ЛЦ23А6;
- г) ЛА77-2.

144. Классификация бронз по содержанию легирующих элементов.

- а) оловянные и безоловянные;
- б) литейные и деформируемые;
- в) алюминиевые и безалюминиевые.

145. Пример маркировки литейных бронз.

- а) БрОЦ4-3;
- б) БрА9Ж4;
- в) ЛЦ23А6;
- г) ЛА77-2

146. Пример маркировки деформируемых бронз.

- а) БрОЦ4-3;
- б) БрА9Ж4;
- в) ЛЦ23А6;
- г) ЛА77-2

147. Группа металлов, к которой относится титан.

- а) к благородным;
- б) к редкоземельным;
- в) к тугоплавким;
- г) к легкоплавким.

148. Кристаллические решетки полиморфных модификаций титана.

- а) α -ОЦК, β -ГПУ;
- б) α -ГЦК, β -ОЦК;
- в) α -ГПУ, β -ОЦК;
- г) α -ГПУ, β -ГЦК.

149. Основной легирующий элемент в титановых сплавах.

- а) Al;
- б) Zn;
- в) W;
- г) Mn;
- д) Si

150. Пример маркировки титановых сплавов.

- а) В95;
- б) ВТ5, ОТ4;
- в) АК6;
- г) Л70

Критерии оценивания тестового задания

Оценка	Критерии
Зачтено (более 80 % правильных ответов)	работа высокого качества, уровень выполнения тестового задания отвечает всем требованиям, теоретическое содержание по дисциплине «Конструкционные и защитно-отделочные материалы» освоено без пробелов, продемонстрировано владение терминологией, классификацией, маркировкой сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов. Допускаются незначительные ошибки.
Не зачтено (менее 79 % правильных ответов)	обучающийся демонстрирует отсутствие знания значительной части программного материала по дисциплине «Конструкционные и защитно-отделочные материалы», теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Допущены значительные ошибки.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства от 11.08.2016г. № 1022

для набора 2013 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2014 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413, для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2015 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413, для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. №413;

для набора 2017 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413, для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2018 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. №413, для заочной формы обучения от«03» июля 2018г. №413.

Программу составил:

Фигура Константин Николаевич, к.т.н., доцент

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ
от «__» _____ 2018г., протокол № __

И.о. заведующего кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

Директор библиотеки

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ
от «__» _____ 20 __ г., протокол № _____

Председатель методической комиссии МФ

Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления

Г.П. Нежевец

Регистрационный №__