

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра экологии, безопасности жизнедеятельности и химии

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» декабря 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ХИМИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Б1.Б.11

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

27.03.05 Инноватика

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Управление инновациями

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Стр.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	5
4.3 Лабораторные работы.....	7
4.4 Семинары / практические занятия....	8
4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа.....	8
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	11
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	12
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
9.1 Методические указания по подготовке и выполнению лабораторных работ.....	13
9.2 Методические указания по подготовке и выполнению практических работ.....	40
9.3 Методические указания по выполнению контрольной работы.....	88
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	89
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	89
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	90
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины Химия и материаловедение ..	97
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе.....	98
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	99

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

Вид деятельности выпускника

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

Цель дисциплины

Формирование у студентов целостного мировоззрения на свойства материалов путем изучения фундаментальных законов химии, методов получения металлических и неметаллических материалов, закономерностей зависимости их свойств от химического состава, структуры, способов обработки и условий эксплуатации.

Задачи дисциплины

Изучить взаимосвязь строения, структуры и свойств материалов, способы формирования заданных свойств, современные методы получения металлических, порошковых и композиционных материалов; помочь обучающимся получить навыки лабораторных исследований; научить обучающихся решать типовые задачи.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-7	способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности	знать: <ul style="list-style-type: none">– основные понятия, термины и законы химии;– современные конструкционные, композиционные, порошковые материалы, их физико-химические свойства; уметь: <ul style="list-style-type: none">– применять знания по химии и материаловедению в инновационной деятельности; владеть: <ul style="list-style-type: none">– навыками проведения лабораторных исследований и интерпретации результатов экспериментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.11 Химия и материаловедение относится к базовой части. Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении основных общеобразовательных программ.

Дисциплина Химия и материаловедение представляет собой основу для изучения в последующем дисциплины Б1.Б.16 Безопасность жизнедеятельности.

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

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Контрольная работа	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	1	1	180	51	17	17	17	93	1к	экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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
			1
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	51	44	51
Лекции (Лк)	17	10	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17	17
Контрольная работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	+	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	93	-	93
Подготовка к лабораторным работам	26	-	26
Подготовка к практическим занятиям	26	-	26
Подготовка к экзамену	36	-	36
Выполнение контрольной работы	5	-	5
III. Промежуточная аттестация экзамен	36	-	36
Общая трудоемкость дисциплины час.	180	-	180
зач. ед.	5	-	5

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий для очной формы обучения набора 2015; 2016; 2017 годов

№ раздела 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	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия и законы химии	44	4	10	6	24
1.1.	Строение атома и периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева	30	2	10	4	14
1.2.	Химическая связь	7	1	-	-	6
1.3.	Диаграммы состояния	7	1	-	2	4
2.	Конструкционные материалы и их физико-химические свойства	40	5	7	4	24
2.1.	Металлы и сплавы	22	3	5	2	12
2.2.	Неметаллические материалы	18	2	2	2	12
3.	Технологии получения композиционных и порошковых материалов	32	4	-	4	24
3.1.	Композиционные материалы	16	2	-	2	12
3.2.	Порошковые материалы	16	2	-	2	12
4.	Технологии изготовления деталей из металлических, порошковых и композиционных материалов	28	4	-	3	21
4.1.	Способы получения заготовок	15	2	-	2	11
4.2.	Методы получения деталей	13	2	-	1	10
ИТОГО		144	17	17	17	93

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1. Основные понятия и законы химии			3
1.1.	Строение атома и периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева	Квантово-механическая модель строения атома. Квантовые числа. Принципы электронного строения атома: наименьшей энергии, Паули, Хунда, Клечковского. Электронные и графические формулы атомов. Периодический закон и	лекция-беседа (1 час.)

		периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева в свете теории строения атома	
1.2.	Химическая связь	Механизмы образования химической связи. Основные положения метода валентных связей. Структура молекул. Характер химической связи в комплексных соединениях. Строение комплексных ионов	лекция-беседа (1 час.)
1.3.	Диаграммы состояния	Правило фаз Гиббса. Равновесное и неравновесное состояние сплавов. Фазы и структуры в металлических сплавах (твердые растворы, химические соединения, промежуточные фазы, эвтектические и эвтектоидные смеси) и условия их образования. Процесс кристаллизации и фазовые превращения в сплавах на примере сплавов железа.	лекция-беседа (1 час.)
2. Конструкционные материалы и их физико-химические свойства			3
2.1.	Металлы и сплавы	Общие сведения о металлических материалах. Железо и его сплавы. Классификация сталей. Особенности их структуры, термическая и химико-термическая обработка, свойства и применение. Цветные металлы и их сплавы. Классификация, термическая обработка, свойства, маркировка и применение сплавов алюминия, магния, меди, титана, никеля.	лекция-беседа (2 час.)
2.2.	Неметаллические материалы	Общие сведения о неметаллических материалах. Полимерные материалы, их классификация. Общая характеристика термопластов, их разновидности и свойства, области применения. Термореактивные полимеры, их общая характеристика и области применения. Старение полимеров. Пластмассы: составы, свойства, получение. Наполнители, пластификаторы, красители, отвердители, катализаторы в пластмассах.	лекция-беседа (1 час.)
3. Технологии получения композиционных и порошковых материалов			2
3.1.	Композиционные материалы	Принципы получения композиционных материалов. Требования к матрицам и упрочнителям. Основные виды композиционных материалов: стеклопластики, углепластики, боропластики, керметы, твердые сплавы и другие. Методы получения полимерных композиционных материалов и переработки их в изделия: прессование, штамповка, литье под давлением, экструзия, намотка, напыление и др. Керамические материалы. Получение и	лекция-беседа (1 час.)

		состав керамических материалов, их преимущества и недостатки.	
3.2.	Порошковые материалы	Получение порошковых материалов, их преимущества и недостатки. Конструкционные, инструментальные порошковые материалы, материалы со специальными свойствами. Области применения порошковых материалов.	лекция- беседа (1 час.)
4. Технологии изготовления деталей из металлических, порошковых и композиционных материалов			2
4.1.	Способы получения заготовок	Классификация способов получения заготовок и деталей по различным признакам: физико-механическому состоянию материала; по форме энергии, затрачиваемой при проведении технологического процесса; по виду материала инструмента и оснастки; по характеру нагрева заготовок; по агрегатному состоянию реакционной среды.	лекция- беседа (1 час.)
4.2.	Методы получения деталей	Основные методы получения деталей: литье, пластическое деформирование, спекание, резание, электрофизические и электрохимические способы обработки.	лекция- беседа (1 час.)

4.3. Лабораторные работы

<i>№ n/n</i>	<i>Номер раздела дисци- плины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Изучение важнейших классов неорганических соединений	2	работа исследовательского характера (2)
2	1.	Изучение химических свойств металлов	2	работа исследовательского характера (2)
3	1.	Изучение комплексных соединений	2	работа исследовательского характера (2)
4	2.	Изучение электролитической диссоциации и реакций в растворах электролитов	2	работа исследовательского характера (2)
5	1.	Изучение окислительно-восстановительных реакций	2	работа исследовательского характера (2)
6	1.	Определение скорости химической реакции. Изучение химического равновесия	2	работа исследовательского характера (2)
7	2.	Изучение электрохимических процессов	3	работа исследовательского характера (3)
8	2.	Качественные реакции на катионы и анионы	2	работа исследовательского характера (2)
ИТОГО			17	17

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисци- плины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева в свете современной теории строения атома	2	дискуссия (2)
2	1.	Основные количественные характеристики химического процесса	2	разбор конкретных задач (2)
3	1.	Фазовые равновесия. Диаграммы состояния	2	разбор конкретных задач (2)
4	2.	Металлы и сплавы	2	дискуссия (2)
5	2.	Неметаллические материалы	2	дискуссия (2)
6	3.	Композиционные материалы	2	дискуссия (2)
7	3.	Порошковые материалы	2	дискуссия (2)
8	4.	Теория и практика формования заготовок и деталей из металлических, порошковых и композиционных материалов	3	дискуссия (3)
ИТОГО			17	17

4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Цель: углубление теоретических знаний и развитие практических навыков студентов по самостоятельному и грамотному решению химических задач.

Структура –7 заданий:

№1 – составление электронно-графических формул атомов и ионов; расчеты по химическим формулам и уравнениям; объяснение свойств элементов и их соединений с точки зрения положения элементов в Периодической системе Д.И. Менделеева; виды химической связи;

№2 – определение основных количественных характеристик: моля, эквивалента, массы и объема; использование основных законов химии; установление генетической связи между основными классами неорганических соединений;

№3 – проведение химико-термодинамических расчетов;

№4 – определение кинетических параметров химической реакции;

№5 – установление состава (концентрации) растворов;

№6 – составление уравнений реакции гидролиза соли, определение реакции среды (рН) растворов;

№7 – подбор коэффициентов в уравнении окислительно-восстановительной реакции, определение количественных параметров электрохимических процессов, протекающих в гальваническом элементе и при электролизе, составление уравнений катодного и анодного процессов.

Основная тематика:

1. Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева и ее физический смысл;
2. Строение атома, зависимость свойств элементов от строения их атомов;
3. Изменение кислотно-основных свойств и окислительно-восстановительной способности элементов и их соединений в периодах и группах Периодической системы;
4. Основные количественные характеристики вещества: моль, эквивалент, масса и объем; основные законы химии;
5. Важнейшие классы неорганических соединений: оксиды, основания, кислоты и соли, генетическая связь между ними;
6. Химические свойства металлов и неметаллов;
7. Скорость химической реакции и химическое равновесие;
8. Способы выражения состава растворов;
9. Свойства растворов электролитов: электролитическая диссоциация, pH растворов, гидролиз солей;
10. Окислительно-восстановительные реакции: метод электронного баланса как метод подбора коэффициентов в уравнениях окислительно-восстановительных реакций;
11. Электрохимические процессы: гальванический элемент как химический источник электрического тока; электролиз, катодные и анодные процессы при электролизе.

Рекомендуемый объем: 7-8 листов формата А4.

Выдача задания и прием контрольной работы проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	<i>Критерии оценки контрольной работы</i>
Отлично	правильно выполнено 90-100% заданий, работа аккуратно оформлена, условия задач и решения приведены полностью, указан перечень использованной литературы
Хорошо	правильно выполнено 75-89% заданий, работа аккуратно оформлена, условия задач и решения приведены полностью, указан перечень использованной литературы
Удовлетворительно	правильно выполнено 60-74% заданий, работа аккуратно оформлена, условия задач и решения приведены полностью, указан перечень использованной литературы
Неудовлетворительно	правильно выполнено менее 60% заданий

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

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК-7</i>				
1	2	3	4	5	6	7
1. Основные понятия и законы химии	44	+	1	44	Лк, ЛР, ПЗ, СР	1к, экзамен
2. Конструкционные материалы и их физико-химические свойства	40	+	1	40	Лк, ЛР, ПЗ, СР	1к, экзамен
3. Технологии получения композиционных и порошковых материалов	32	+	1	32	Лк, ПЗ, СР	экзамен
4. Технологии изготовления деталей из металлических, порошковых и композиционных материалов	28	+	1	28	Лк, ПЗ, СР	экзамен
<i>всего часов</i>	144	144	1	144		

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

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.
2. Варданян, М. А. Химия : лабораторный практикум для технических направлений подготовки бакалавриата / М. А. Варданян, С. Ф. Лапина/ под ред. М. А. Варданян - Братск : БрГУ, 2015. - 154 с. – с. 3 – 150
3. Русина О.Б. Химия: методические указания для подготовки студентов к текущему и итоговому контролю. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 155 с.- с. 3 – 152
4. Металлы: учебное пособие/ Т.А. Донская, М.А. Варданян, С.Ф. Лапина, Н.П. Космачевская. – Братск, ГОУ ВПО «БрГУ», 2008. – 68с. – с. 3 – 65

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

№	Наименование издания (автор, заглавие, выходные данные)	Вид учебной работы	Кол-во экз. в библиотеке, шт.	Обеспеченность
1	2	3	4	5
Основная литература				
1	Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс).	Лк, ЛР, ПЗ, СР	101	1
2	Коровин Н.В. Общая химия: учебник для вузов/Н.В. Коровин. – изд. 9-е. изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 557 с.	Лк, ПЗ, СР	15	0,75
Дополнительная литература				
3	Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с. http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Варданян%20М.А.Химия%20и%20материаловедение.УМП.2017.pdf	Лк, ЛР, ПЗ, СР	1(ЭУ)	1
4	Варданян, М. А. Химия : лабораторный практикум для технических направлений подготовки бакалавриата / М. А. Варданян, С. Ф. Лапина/ под ред. М. А. Варданян - Братск : БрГУ, 2015. - 154 с.	ЛР, СР	47	1
5	Металлы : учебное пособие / Т. А. Донская, М. А. Варданян [и др.]. - Братск : БрГУ, 2008. - 65 с. http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Донская%20Т.А.%20Металлы.Учеб.пособие.2008.pdf	ЛР, ПЗ, СР	81	1
6	Русина О.Б. Химия: методические указания для подготовки студентов к текущему и итоговому контролю. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 155 с. http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Русина%20О.Б.%20Химия.%20Методические%20указания%20для%20подготовки%20к%20текущему%20и%20итогово	СР	101	1

	му%20контролю(Тесты).2011.pdf			
7	Задачи и упражнения по общей химии: Учеб. пособие/ Б.И. Адамсон, О.Н. Гончарук, В.Н. Камышова и др.; Под ред. Н.В. Коровина. – изд. 2-е., испр. – М.: Высш. шк., 2004. – 255 с.	Лк, ПЗ, кр, СР	15	0,75
8	Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: учебно-практическое пособие / Под ред. В. А. Попкова. - 14-е изд. - М. : Юрайт, 2015. - 236 с. -	ПЗ, СР	20	1
9	Коровин Н.В. Общая химия: учебник для вузов/Н.В. Коровин. – изд. 9-е. изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 557 с.	Лк, ПЗ, СР	15	0,75
10	Общая и неорганическая химия: Справочное пособие для студентов 1 курса.- Гропянов В.М., Михайлова И.С., Хотемлянская Д.Л., Луканина Т.Л.- 2005г.- 77 с. http://window.edu.ru/resource/207/76207/files/obshine.org.pdf	кр	1(ЭУ)	1
11	Химический минимум. Классы неорганических соединений. Строение вещества. Растворы (для самостоятельной работы студентов): Учебное пособие.- Луканина Т.Л., Овчинникова Т.Т.- 2010г. – 128 с. http://window.edu.ru/resource/203/76203/files/LAST_METH_GRIF.pdf	кр	1(ЭУ)	1
12	Электронный учебник А. В. Мануйлов, В. И. Родионов «Основы химии» http://hemi.nsu.ru/	кр, СР	1(ЭУ)	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. **Электронная библиотека учебных материалов по химии (сайт МГУ)**
<http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html>
10. **«Химик» - сайт о химии**

<http://www.xumuk.ru/>

11. **Электронная библиотека Российского химического общества**

<http://www.rushim.ru/books/books.htm>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Преподавание дисциплины Химия и материаловедение проводится с использованием следующих традиционных видов образовательных технологий и форм организации учебного процесса:

- *лекция*, проведение которой основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

- *лабораторные работы*, основывающиеся на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

- *практическое занятие*, нацеленное на эффективную отработку знаний студентов, тренировку умения проводить расчеты и применения теоретических знаний в решении конкретных задач.

- *самостоятельная работа*, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений, заключается в работе студентов с лекционным материалом, поиске и анализе материалов из литературных и электронных источников информации по заданной теме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, изучении материала к практическим занятиям.

- *текущий контроль* учебных достижений обучающихся проводится после изучения каждого раздела с использованием банка тестовых заданий.

- *консультации*. В случае затруднений при изучении курса следует обращаться за письменной консультацией к своему преподавателю. Консультации можно получить по вопросам организации самостоятельной работы и по другим организационно-методическим вопросам.

- *экзамен*. К сдаче экзамена допускаются студенты, которые выполнили лабораторные и практические работы и сдали отчеты по ним, получили положительный результат при тестировании, выполнили и защитили контрольную работу.

Также в процессе обучения используются современные технологии и формы организации учебного процесса, такие как *лекции-беседы, электронные учебные пособия, интернет-ресурсы*.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Для глубокого изучения дисциплины необходимо выполнить лабораторный практикум. Он развивает у обучающихся навыки научного экспериментирования, исследовательский подход к изучению предмета, логическое химическое мышление.

Лабораторная работа – это один из основных видов учебных занятий, направленный на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование практических умений. Систематическое и аккуратное выполнение всей совокупности лабораторных работ по дисциплине Химия и материаловедение позволит обучающемуся овладеть умениями самостоятельно ставить химические опыты, фиксировать свои наблюдения и измерения, анализировать их, делать выводы.

Целью лабораторных работ является:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины Химия и материаловедение;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

- развитие интеллектуальных умений у будущих бакалавров: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.

- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

В процессе выполнения лабораторных работ обучающиеся расширяют свои представления о веществах и их свойствах, совершенствуют практические умения.

Лабораторные работы выполняются по письменным инструкциям. Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к данной работе, перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, вопросы и задания для защиты лабораторной работы, контрольные вопросы и литературу. Внимательное изучение методических указаний поможет выполнить работу.

При выполнении лабораторной работы необходимо строго соблюдать правила техники безопасности при обращении с оборудованием, приборами и реактивами; все исследования (измерения) производить с максимальной тщательностью; для вычислений использовать калькулятор.

Подготовка к лабораторной работе. Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала обучающимся, изучение методики проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. В ряд работ включены эксперименты с элементами научных исследований, которые требуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

При подготовке к работе обучающимся рекомендуется придерживаться следующего плана:

– прочитать название работы, выяснить, какова цель лабораторной работы, какой химический закон или явление изучаются в данной работе и каким методом она проводится;

– прочитать описание работы от начала до конца, не задерживаясь на выводе формул;

– повторить соответствующий теоретический материал, внимательно ознакомиться с содержанием работы и оборудованием. Найти ответы на контрольные вопросы, приведенные в конце описания работы;

– рассмотреть по учебнику устройство и принцип работы приборов, которые будут использоваться в работе;

– выяснить, какие химические явления будут непосредственно исследоваться;

– рассмотреть в описании лабораторной работы принципиальную схему эксперимента и таблицу, в которую будут заноситься результаты измерений (по необходимости). Если таблицы в работе нет, составить ее;

– продумать, какой окончательный результат и вывод должен быть получен в данной лабораторной работе.

Выполнение лабораторной работы заканчивается оформлением отчета, который проверяется преподавателем.

Форма отчета по лабораторной работе. Правильно оформленный отчет по лабораторной работе должен содержать в себе следующие разделы:

– полное название работы и её №;

– цель работы;

– основное оборудование и реактивы;

– краткие теоретические сведения по данной теме;

– описание экспериментальной части: рисунок или схема используемой установки, порядок выполнения работы, наблюдаемые явления, уравнения протекающих химических реакций, таблицы с результатами экспериментов, графические зависимости;

– вывод (должен соответствовать цели работы).

При защите лабораторной работы студент должен уметь объяснять цели, задачи, ход проведения работы, ее результаты, сделанные выводы, а также основные конструктивные особенности используемого оборудования.

Лабораторная работа №1. Изучение важнейших классов неорганических соединений

Цель работы: развитие навыков проведения простейшего химического эксперимента, получение оксидов, оснований, кислот и солей и изучение их химических свойств, а также генетической связи между классами неорганических соединений.

Задание: При подготовке к лабораторной работе изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7. Ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы. Составить конспект.

1. Получить основной оксид, кислотный оксид, кислоту;
2. Получить среднюю соль;
3. Изучить взаимодействие основного оксида с водой;
4. Получить гидроксиды кобальта и хрома;
5. Изучить свойства основного и амфотерного оксидов;
6. Изучение взаимодействие соли с металлом;
7. Изучить взаимодействие кислоты с солью;
8. Изучить взаимодействие кислоты со щелочью;
9. Получить кислую соль;
10. Получить основную соль.

Порядок выполнения:

1. Получение основного оксида, кислотного оксида, кислоты. В сухую пробирку насыпать немного гидроксокарбоната меди, закрыть ее газоотводной трубкой. Во вторую пробирку налить дистиллированной воды и 2–4 капли нейтрального раствора лакмуса. Конец газоотводной трубки опустить в воду во второй пробирке. Осторожно нагреть пробирку до появления черного осадка основного оксида. Отметить изменение окраски лакмуса. Осадок в пробирке оставить для следующего опыта.

2. Получение средней соли. К полученному в опыте 1 осадку в пробирке прибавить 2 н раствор серной кислоты до растворения осадка. Отметить появление характерного для данной соли окрашивания.

3. Изучение взаимодействия основного оксида с водой. Небольшое количество оксида магния взболтать в пробирке с водой. Прибавить спиртовой раствор фенолфталеина. Пронаблюдать за изменением окраски индикатора.

4. Получение гидроксидов кобальта и хрома. В одну пробирку налить 5–10 капель 2 н раствора хлорида кобальта (II), в другую столько же 2 н раствора сульфата хрома. В обе пробирки добавить равное количество раствора щелочи. Отметить появление осадков и указать их цвет. Осадки оставить для опыта 5.

5. Изучение свойств основного и амфотерного оксидов. Полученные в опыте 4 осадки разделить на 2 части. К одной из них добавить раствор соляной кислоты, к другой – избыток раствора щелочи. Путем наблюдения выяснить, в каких случаях растворился осадок.

6. Изучение взаимодействия соли с металлом. Опустить в раствор сульфата меди железный гвоздь и пронаблюдать за появлением налета на нем. Отметить окраску налета.

7. Изучение взаимодействия кислоты с солью. К раствору нитрата серебра добавить раствор соляной кислоты. Отметить появление осадка.

8. Изучение взаимодействия кислоты со щелочью. В пробирку налить 1 мл 2 н раствора гидроксида натрия и 1–2 капли фенолфталеина и прибавить по каплям 2 н раствор соляной кислоты до исчезновения малиновой окраски.

9. *Получение кислой соли.* В пробирку, снабженную газоотводной трубкой, поместить карбонат кальция и налить 2 н раствор соляной кислоты. Выделившийся газ пропустить через раствор гидроксида кальция. Пронаблюдать за образованием осадка нормальной соли и дальнейшим растворением осадка вследствие образования кислой соли.

10. *Получение основной соли.* К 2 н раствору сульфата меди по каплям прибавить 10%-й раствор аммиака до образования осадка основной соли.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Задания для самостоятельной работы:

Задание 1. Какая группа соединений состоит только из кислотных оксидов?

1. Cr_2O_3 , CO_2 .
2. N_2O_5 , CaO .
3. Cl_2O_7 , CrO_3 .
4. Al_2O_3 , MgO .

Рекомендации по выполнению задания 1 и подготовке к лабораторной работе:

Cr_2O_3 – амфотерный оксид (хром – металл, его оксид (III) проявляет амфотерные свойства), CO_2 – кислотный оксид (углерод – неметалл, его оксид проявляет кислотные свойства).

N_2O_5 – кислотный оксид (азот – неметалл (его оксид проявляет кислотные свойства), CaO – основной оксид (кальций – металл, его оксид проявляет основные свойства).

Cl_2O_7 – кислотный оксид (хлор – неметалл, его оксид проявляет кислотные свойства), CrO_3 – кислотный оксид (хром – металл, но его валентность в соединении равна шести, поэтому оксид проявляет кислотные свойства).

Al_2O_3 – амфотерный оксид (алюминий – металл, его оксид (III) проявляет амфотерные свойства), MgO – основной оксид, (магний – металл, его оксид проявляет основные свойства)

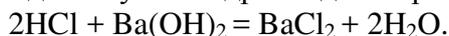
Таким образом, только кислотные оксиды находятся в ответе 3.

Задание 2. Какая пара веществ реагирует с гидроксидом бария?

1. Соляная кислота и оксид меди (II).
2. Серная кислота и оксид серы (IV).
3. Гидроксид калия и оксид углерода (IV).

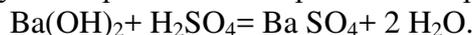
Рекомендации по выполнению задания 2 и подготовке к лабораторной работе:

Соляная кислота HCl взаимодействует с гидроксидом бария:

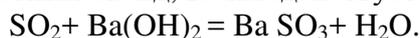


Оксид меди (II) CuO – основной оксид, основания с основными оксидами не взаимодействуют.

Серная кислота H_2SO_4 вступает в реакцию с гидроксидом бария:

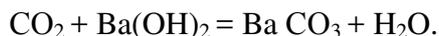


Оксид серы (IV) SO_2 – кислотный оксид, взаимодействует с основаниями:



Гидроксид калия KOH – основание, не взаимодействует с гидроксидом бария.

Оксид углерода (IV) CO_2 – кислотный оксид, вступает в реакцию с гидроксидом бария:



Таким образом, с гидроксидом бария реагирует пара веществ, указанных в ответе 2.

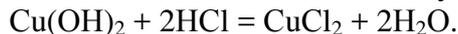
Задание 3. С какими из двух нижеприведенных веществ реагирует соляная кислота в водном растворе?

1. Гидроксид меди, серебро.
2. Карбонат кальция, оксид железа (III).
3. Аммиак, сульфат натрия.

4. Гидроксид натрия, оксид серы (VI).

Рекомендации по выполнению задания 3 и подготовке к лабораторной работе:

Гидроксид меди $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – основание, с кислотой HCl вступает в реакцию:

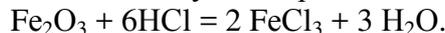


Серебро Ag стоит в ряду напряжений после водорода, в реакцию с соляной кислотой не вступает.

Карбонат кальция CaCO_3 реагирует с соляной кислотой:



Оксид железа (III) – основной оксид, вступает в реакцию с кислотой:

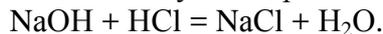


Аммиак NH_3 – газ, проявляет свойства основания, взаимодействует с кислотой:



Сульфат натрия Na_2SO_4 – соль, с соляной кислотой в реакцию не вступает.

Гидроксид натрия NaOH – основание, вступает в реакцию с кислотой:



Оксид серы (VI) SO_3 – кислотный оксид, с кислотой в реакцию не вступает.

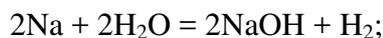
Таким образом, соляная кислота реагирует с веществами, указанными в ответе 2.

Задание 4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить гидросульфит натрия, исходя из металлического натрия и серы.

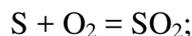
Рекомендации по выполнению задания 4 и подготовке к лабораторной работе:

Гидросульфит натрия NaHSO_3 – кислая соль сернистой кислоты. Основываясь на генетической связи между классами неорганических соединений, последовательность реакций для получения этой соли можно представить следующим образом:

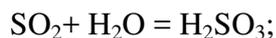
1) щелочной металл натрий взаимодействует с водой с образованием щёлочи и выделением водорода:



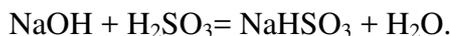
2) неметалл сера окисляется в кислотный оксид:



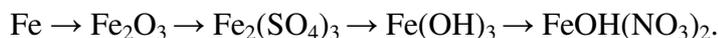
3) при взаимодействии оксида серы (IV) образуется сернистая кислота:



4) кислая соль сернистой кислоты получается при взаимодействии щёлочи и кислоты в молярном соотношении 1 : 1:

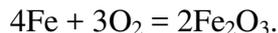


Задание 5. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

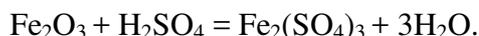


Рекомендации по выполнению задания 5 и подготовке к лабораторной работе:

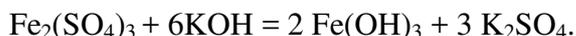
Окисляя железо, получаем оксид железа (III):



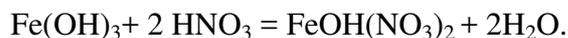
Действуя на оксид железа (III) серной кислотой, получаем среднюю соль – сульфат железа (III):



Гидроксид железа (III) получаем реакцией соли железа (III) со щёлочью:



Для получения основной соли $\text{Fe}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2$ на гидроксид железа (III) нужно подействовать азотной кислотой в молярном соотношении 1:2:



Основная литература

1. Коровин Н.В. Общая химия: учебник для вузов/Н.В. Коровин. – изд. 9-е. изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 557 с.

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.
2. Варданян, М. А. Химия : лабораторный практикум для технических направлений подготовки бакалавриата / М. А. Варданян, С. Ф. Лапина/ под ред. М. А. Варданян - Братск : БрГУ, 2015. - 154 с.
3. Русина О.Б. Химия: методические указания для подготовки студентов к текущему и итоговому контролю. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 155 с.
4. Задачи и упражнения по общей химии: Учеб. пособие/ Б.И. Адамсон, О.Н. Гончарук, В.Н. Камышова и др.; Под ред. Н.В. Коровина. – изд. 2-е., испр. – М.: Высш. шк., 2004. – 255 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какая связь существует:
 - а) между основанием и кислотой;
 - б) основным оксидом и основанием;
 - в) металлом и основным оксидом;
 - г) кислотным оксидом и кислотой;
 - д) основным оксидом и кислотным оксидом?
 2. Какие продукты можно получить при действии серной кислоты:
 - а) на хлорид натрия;
 - б) сульфат натрия?
 3. Какие продукты образуются при взаимодействии гидроксида меди (II) с 1 молем азотной кислоты? Напишите уравнение реакции.
 4. Назовите соли NaHSO_4 , MgOHNO_3 , CaCl_2 .
 5. Какие продукты можно получить при действии серной кислоты:
 - а) на ортофосфат кальция;
 - б) сульфат натрия?
- Напишите уравнения соответствующих реакций.

Лабораторная работа №2. Изучение химических свойств металлов

Цель работы – развитие навыков проведения простейшего химического эксперимента, изучение химических свойств *s*-, *p*-, *d*-элементов-металлов (Mg, Al, Fe, Zn) и их соединений.

Задание: При подготовке к лабораторной работе изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7. Ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы. Составить конспект.

1. Изучить взаимодействие магния с кислотой и щелочью
2. Изучить взаимодействие алюминия с кислотой и щелочью
3. Получить гидроксид алюминия и изучить его свойства
4. Изучить взаимодействие железа с кислотой и щелочью
5. Получить гидроксид железа (II) и изучить его свойства
6. Получить гидроксид железа (III) и изучить его свойства

7. Изучить качественные реакции на ионы Fe^{2+} , Fe^{3+}
8. Изучить взаимодействие цинка с кислотой и щелочью
9. Получить гидроксид цинка и изучить его свойства
10. Изучить взаимодействие цинка с солями

Порядок выполнения:

1. *Изучение взаимодействия магния с кислотой и щелочью.* Поместить в две пробирки стружки магния. В одну пробирку добавить 10 капель 1М раствора серной кислоты, а другую - 10 капель 1М раствора гидроксида натрия.
2. *Изучение взаимодействия алюминия с кислотой и щелочью.* Налить в одну пробирку 10 капель 1М раствора серной кислоты, а во вторую – 10 капель 1М раствора гидроксида натрия. Опустить в них по грануле алюминия (или по кусочку алюминиевой фольги одинакового размера).
3. *Получение гидроксида алюминия и изучение его свойств.* Налить в 2 пробирки по 4-5 капель 1М раствора соли алюминия (например, $Al_2(SO_4)_3$). Прибавить в обе пробирки по 4-5 капель 1М раствора гидроксида натрия NaOH. Наблюдать образование осадка. Затем в первую пробирку добавить 6-7 капель 1М раствора NaOH, а во вторую – 6-7 капель 1М раствора H_2SO_4 .
4. *Изучение взаимодействия железа с кислотой и щелочью.* Поместить в две пробирки железный порошок (или стружки). В одну пробирку добавить 10 капель 1М раствора серной кислоты, а во вторую – 10 капель 1М раствора гидроксида натрия.
5. *Получение гидроксида железа (II) и изучение его свойств.* Налить в 3 пробирки по 4-5 капель 1М раствора соли железа (II) (например, $FeSO_4$). Прибавить в каждую пробирку по 4-5 капель 1М раствора гидроксида натрия NaOH. Наблюдать образование осадка. Затем в первую пробирку добавить 6-7 капель 1М раствора NaOH, во вторую – 6-7 капель 1М раствора H_2SO_4 , а третью оставить на некоторое время. Отметить в третьей пробирке изменение цвета осадка через некоторое время. Под действием кислорода воздуха и воды гидроксид железа (II) превращается в гидроксид железа (III).
6. *Получение гидроксида железа (III) и изучение его свойств.* Налить в 2 пробирки по 4-5 капель 1М раствора соли железа (III) (например, $FeCl_3$). Прибавить в обе пробирки по 4-5 капель 1М раствора гидроксида натрия NaOH. Наблюдать образование осадка. Затем в первую пробирку добавить 6-7 капель 1М раствора NaOH, а во вторую – 6-7 капель 1М раствора H_2SO_4 .
7. *Изучить качественные реакции на ионы Fe^{2+} , Fe^{3+} .* В одну пробирку внести 5 капель 0,1 М раствора $FeSO_4$, а во вторую – 5 капель 0,1 М раствора $FeCl_3$. В первую пробирку добавьте 2-3 капли раствора $K_3[Fe(CN)_6]$. Во вторую пробирку добавьте 2-3 капли раствора роданида аммония NH_4NCS .
8. *Изучение взаимодействия цинка с кислотой и щелочью.* Поместить в две пробирки по грануле цинка. В одну пробирку добавить 10 капель 1М раствора серной кислоты, а другую пробирку добавить 10 капель 1М раствора гидроксида натрия.
9. *Получение гидроксида цинка и изучение его свойств.* Налить в 2 пробирки по 6-8 капель 1М раствора соли цинка (например, $ZnSO_4$). Прибавить в обе пробирки по 2 капли 1М раствора гидроксида натрия NaOH. В первую пробирку добавить избыток 1М раствора NaOH, а во вторую – избыток 1М раствора H_2SO_4 .
10. *Изучение взаимодействия цинка с солями.* Взять три пробирки, в каждую из которых опустить по кусочку цинка. В первую пробирку на $\frac{1}{4}$ объема прилить раствора хлорида железа (III), во вторую – сульфата меди, в третью – нитрата свинца. Что происходит на поверхности цинка?

Форма отчетности: Отчет по вышеуказанной форме (п. 9.1)

Задания для самостоятельной работы:

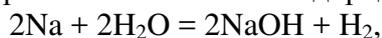
Задание 1. Написать уравнения реакций взаимодействия с водой следующих металлов: натрия, кальция, магния, железа.

Рекомендации по выполнению задания 1 и подготовке к лабораторной работе:

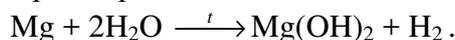
Взаимодействие металлов с водой – это окислительно-восстановительный процесс, в котором металл является восстановителем, а вода выполняет роль окислителя. Реакция протекает по схеме:



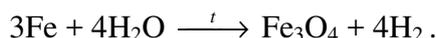
С водой при обычных условиях взаимодействуют щелочные и щелочноземельные металлы с образованием растворимых оснований и водорода:



Магний реагирует с водой при нагревании:



Железо и некоторые другие активные металлы взаимодействуют с горячим водяным паром:

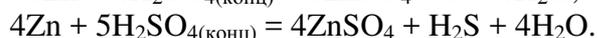
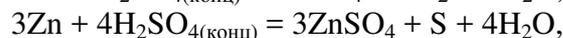
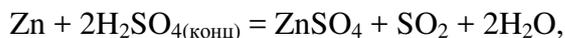


Металлы, имеющие положительные электродные потенциалы, не взаимодействуют с водой. Не взаимодействуют с водой 4d-элементы (кроме Cd), 5d-элементы и Cu (3d-элемент).

Задание 2. Написать уравнения реакций взаимодействия марганца, хрома, цинка и железа с серной кислотой.

Рекомендации по выполнению задания 2 и подготовке к лабораторной работе:

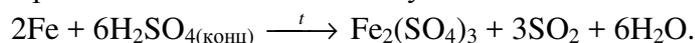
Для металлов средней активности (Mn, Cr, Zn, Fe) соотношение продуктов восстановления зависит от концентрации кислоты. Общая тенденция такова: *чем выше концентрация H₂SO₄, тем глубже протекает восстановление.* Это означает, что формально каждый атом серы $\overset{+6}{\text{S}}$ из молекул H₂SO₄ может забрать у металла не только два электрона (и перейти в $\overset{+4}{\text{S}}$), но и шесть электронов (и перейти в $\overset{0}{\text{S}}$) и даже восемь (и перейти в $\overset{-2}{\text{S}}$):



Свинец с концентрированной серной кислотой взаимодействует с образованием растворимого гидросульфата свинца (II), оксида серы (IV) и воды:



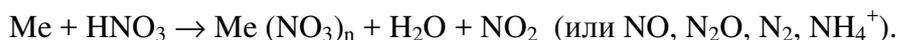
Холодная H₂SO_{4(конц)} пассивирует некоторые металлы (например, железо, хром, алюминий), что позволяет перевозить кислоту в стальной таре. При сильном нагревании концентрированная серная кислота взаимодействует и с этими металлами:



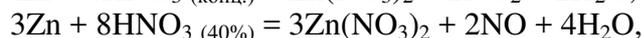
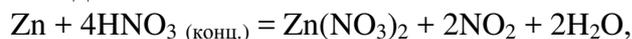
Задание 3. Написать уравнения реакций взаимодействия цинка, меди и железа с азотной кислотой.

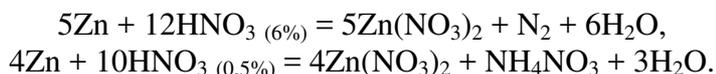
Рекомендации по выполнению задания 3 и подготовке к лабораторной работе:

Уравнения окислительно-восстановительных реакций с участием HNO₃ составляются условно, с включением только одного продукта восстановления, образующегося в большем количестве:

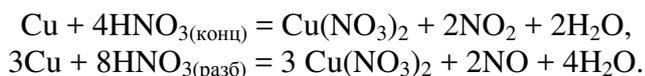


Например, в газовой смеси, образующейся при действии на достаточно активный металл цинк ($\varphi_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0,76 \text{ В}$) концентрированной (68 %-й) азотной кислоты, преобладает – NO₂, 40 %-й – NO; 20 %-й – N₂O; 6 %-й – N₂. Очень разбавленная (0,5 %-я) азотная кислота восстанавливается до ионов аммония:





С малоактивными металлом медью ($\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = +0,34\text{В}$) реакции идут по следующим схемам:



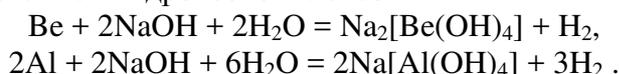
Fe начинает растворяться при нагревании:



Задание 4. Написать уравнения реакций взаимодействия бериллия и алюминия со щёлочью.

Рекомендации по выполнению задания 4 и подготовке к лабораторной работе:

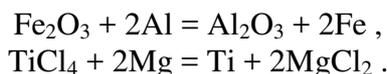
Некоторые металлы (Be, Al, Zn, Sn, Pb), которым соответствуют амфотерные гидроксиды, взаимодействуют с растворами щелочей. Растворение обычно сопровождается образованием гидроксокомплексов:



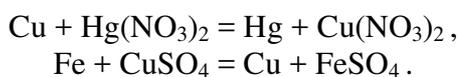
Задание 5. Приведите примеры реакций взаимодействия металлов с солями

Рекомендации по выполнению задания 5 и подготовке к лабораторной работе:

Более активные металлы взаимодействуют с соединениями менее активных металлов. Например:



Металлы, стоящие в электрохимическом ряду напряжений левее металла, входящего в виде катиона в состав соли, вытесняют этот металл из водных растворов их солей. Например:



Основная литература

1. Коровин Н.В. Общая химия: учебник для вузов/Н.В. Коровин. – изд. 9-е. изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 557 с.

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.
2. Варданян, М. А. Химия : лабораторный практикум для технических направлений подготовки бакалавриата / М. А. Варданян, С. Ф. Лапина/ под ред. М. А. Варданян - Братск : БрГУ, 2015. - 154 с.
3. Русина О.Б. Химия: методические указания для подготовки студентов к текущему и итоговому контролю. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 155 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Укажите продукты взаимодействия металлов с кислотами - неокислителями (например с соляной HCl и разбавленной серной H₂SO_{4(разб)}).
2. Дайте названия продуктов взаимодействия металлов с хлором, азотом, кремнием, водородом, серой, фосфором, углеродом.
3. Напишите уравнения реакций магния с кислотой и щелочью. Укажите окислитель и восстановитель?
4. Как взаимодействуют хром и его гидроксид с серной кислотой и гидроксидом натрия?
5. Приведите реакции, подтверждающие амфотерные свойства бериллия и его гидроксида.

Лабораторная работа №3. Изучение комплексных соединений

Цель работы: развитие навыков проведения простейшего химического эксперимента, изучение явления комплексообразования, свойств различных комплексных соединений

Задание: При подготовке к лабораторной работе изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7. Ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы. Составить конспект.

1. Получить анионный комплекс - тетрагидровисмутат калия
2. Получить гидроксокомплексы цинка, хрома, алюминия
3. Получить катионный комплекс – гидроксид гексааминникеля
4. Изучит поведение комплексных соединений в реакциях обмена
5. Изучить отличительные признаки двойных и комплексных солей

Порядок выполнения:

1. *Получение анионного комплекса (тетрагидровисмутата калия).* В пробирку к 3-4 каплям раствора хлорида висмута прибавить по каплям раствор иодида калия до выпадения темно-бурого осадка иодида висмута. Растворить этот осадок в избытке раствора иодида калия.
2. *Получение гидроксокомплексов цинка, хрома, алюминия.* В три пробирки поместить раздельно растворы солей цинка, хрома (III), алюминия и в каждую из них добавить по каплям раствор щелочи. Наблюдать вначале выпадение осадков, а затем их растворение в избытке щелочи.
3. *Получение катионного комплекса.* Получить осадок гидроксида никеля (II), внося в пробирку 3-4 капли раствора сульфата никеля и такой объем раствора едкого натра. К осадку добавить 5-6 капель раствора аммиака.
4. *Изучение поведения комплексных соединений в реакциях обмена.* В пробирку к 4-5 каплям раствора сульфата меди добавить такой же объем раствора комплексной соли $K_4[Fe(CN)_6]$.
5. *Изучение отличительных признаков двойных и комплексных солей.* В одной пробирке растворить двойную соль $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$ (соль Мора) и разделить на 3 пробирки. В первую пробирку добавить 5-6 капель раствора сульфид натрия, во вторую - раствор хлорида бария. В третью пробирку добавить 7-8 капель 2н раствора гидроксида натрия и нагреть на водяной бане. Подержать над пробиркой лакмусовую бумажку, смоченную водой. По изменению окраски лакмуса и по запаху определить, какой газ выделяется. В другую пробирку поместить небольшое количество раствора $K_4[Fe(CN)_6]$. Действием раствора сульфида аммония проверить, обнаруживаются ли ионы Fe^{2+} в комплексной соли.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Задания для самостоятельной работы:

Задание 1. Определите, чему равен заряд комплексного иона и степень окисления комплексообразователя в следующих соединениях: а) $Mg[CuI_4]$, б) $[Pd(NH_3)_4]SO_4$, в) $[Al(H_2O)_5Cl]Br_2$.

Рекомендации по выполнению задания 1 и подготовке к лабораторной работе:

а) В соединении $Mg[CuI_4]$ во внешней сфере находится двухзарядный катион Mg^{2+} . Суммарный заряд ионов внешней сферы и комплексного иона должен быть равен нулю. Поэтому комплексный ион имеет заряд -2 : $[CuI_4]^{2-}$. Комплексообразователем в рассматриваемом соединении является ион меди, а лигандами - иодид-ионы I^- с зарядом -1 . Сумма степени окисления x комплексообразователя и суммарного заряда всех лигандов должна равняться заряду комплексного иона:

$$x + 4 \cdot (-1) = -2,$$

откуда $x=2$, т.е. степень окисления комплексообразователя (иона Cu^{2+}) равна +2.

б) Соединение $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4]$ является нейтральным комплексом (заряд внутренней сферы равен нулю, внешняя сфера отсутствует). Лигандами служат молекулы аммиака, имеющие нулевой заряд, и ион SO_4^{2-} . Исходя из равенства заряда комплексной частицы сумме степени окисления комплексообразователя и зарядов всех лигандов, получаем уравнение

$$x+4\cdot 0+(-2)=0,$$

откуда определяем степень окисления палладия: $x=2$.

в) В соединении $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Br}_2$ во внешней сфере находятся два иона Br^- , суммарный заряд которых равен -2 . Тогда, принимая во внимание, что молекула в целом электронейтральна, получаем, что заряд комплексного иона равен +2. Он складывается из искомой степени окисления алюминия и зарядов лигандов – пяти нейтральных молекул воды и иона Cl^- – в соответствии с уравнением

$$x+5\cdot 0+(-1)=2,$$

откуда $x=3$.

Задание 2. Напишите формулы следующих комплексных соединений: а) тетрациано-диамминплатинат (II) калия, б) динитротетраакваалюминия (III) бромид. В ответе укажите заряд комплексного иона и координационное число комплексообразователя.

Рекомендации по выполнению задания 2 и подготовке к лабораторной работе:

а) Согласно номенклатуре комплексных соединений, лиганды перечислены в начале названия внутренней сферы. Лигандами являются четыре иона CN^- (тетрациано-) и две молекулы NH_3 (диаммин-). Комплексообразователем комплексного аниона служит двухзарядный ион Pt^{2+} (-платинат (II)). Определим заряд z комплексного иона, складывающийся из степени окисления комплексообразователя и зарядов лигандов:

$$z = 2+4\cdot(-1)+2\cdot 0 = -2$$

Таким образом, внутренняя сфера представляет собой анион $[\text{Pt}(\text{CN})_4(\text{NH}_3)_2]^{2-}$. Во внешней сфере, согласно названию соединения, находятся ионы K^+ , количество которых равно 2, т.к. молекула должна иметь нулевой заряд. Получаем формулу комплексного соединения в виде $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{CN})_4(\text{NH}_3)_2]$. Общее количество лигандов равно 6. Оно определяет координационное число комплексообразователя.

б) Лигандами комплексного соединения являются два иона NO_2^- (динитро-) и четыре молекулы H_2O (тетрааква-), а комплексообразователем служит Al^{3+} (алюминия(III)). Следовательно, заряд комплексного катиона равен

$$z = 3+2\cdot(-1)+4\cdot 0 = +1,$$

а формулу комплексного иона можно записать в виде $[\text{Al}(\text{NO}_2)_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$. Судя по названию, во внешней сфере находятся бромид-ионы Br^- , количество которых должно быть равно 1 согласно условию электронейтральности молекулы. Формула комплексного соединения: $[\text{Al}(\text{NO}_2)_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Br}$. По количеству лигандов (два иона NO_2^- и четыре молекулы воды) определяем, что координационное число комплексообразователя равно 6.

Задание 3. Определите, каким станет заряд комплексного иона $[\text{Cd}(\text{CNS})_4]^{2-}$, если три роданидных лиганда заменить на три молекулы аммиака.

Рекомендации по выполнению задания 3 и подготовке к лабораторной работе:

Лиганды CNS^- заряжены отрицательно, а молекулы аммиака имеют нулевой заряд. Поэтому в результате замены трех лигандов CNS^- на три молекулы NH_3 заряд комплексного иона увеличится на 3 и станет равным $-2+3=+1$ (образуется ион $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_3\text{CNS}]^+$).

Задание 4. Составьте координационную формулу соединения $\text{NiBr}_2 \cdot 5\text{NH}_3$, если координационное число комплексообразователя равно 6. В ответе укажите заряд комплексного иона.

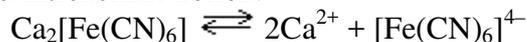
Рекомендации по выполнению задания 4 и подготовке к лабораторной работе:

В координационной формуле внутренняя сфера соединения (комплексообразователь и лиганды) должна быть записана внутри квадратных скобок, а внешняя сфера – за скобками. Комплексообразователем в данном случае служит ион Ni^{2+} . Молекулы аммиака могут находиться только в числе лигандов во внутренней сфере, т.к. они электронейтральны. Бромид-ионы Br^- могут быть лигандами или находиться во внешней сфере. По условию координационное число никеля равно шести, поэтому лигандами являются 5 молекул аммиака и один ион Br^- , а другой бромид-ион составляет внешнюю сферу комплексного соединения $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{Br}$, в котором заряд комплексного иона равен +1.

Задание 5. Напишите уравнение диссоциации в водном растворе а) комплексной соли $\text{Ca}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, б) комплексного иона $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_3\text{CN}]^+$. Укажите общее количество ионов и молекул, образующихся при диссоциации

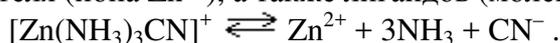
Рекомендации по выполнению задания 5 и подготовке к лабораторной работе:

а) Первичная диссоциация комплексного соединения происходит с образованием ионов внешней сферы и комплексных ионов:



При этом образуются два положительно заряженных иона Ca^{2+} .

б) Диссоциация комплексного иона (вторичная диссоциация) происходит с образованием иона комплексообразователя (иона Zn^{2+}), а также лигандов (молекул NH_3 и ионов CN^-):



Общее количество образовавшихся частиц (молекул и ионов) равно 5.

Основная литература

1. Коровин Н.В. Общая химия: учебник для вузов/Н.В. Коровин. – изд. 9-е. изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 557 с.

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.
2. Варданян, М. А. Химия : лабораторный практикум для технических направлений подготовки бакалавриата / М. А. Варданян, С. Ф. Лапина/ под ред. М. А. Варданян - Братск : БрГУ, 2015. - 154 с.
3. Русина О.Б. Химия: методические указания для подготовки студентов к текущему и итоговому контролю. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 155 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких составных частей состоят комплексные соединения?
2. Укажите виды связи в комплексных соединениях.
3. Что такое координационное число? Приведите примеры.
4. Напишите по одному примеру катионного, анионного и нейтрального комплексного соединения.
5. Что показывает константа устойчивости комплексного иона?

Лабораторная работа №4. Изучение электролитической диссоциации и реакций в растворах электролитов

Цель работы: развитие навыков проведения простейшего химического эксперимента, изучение характера диссоциации гидроксидов, поведения индикаторов в различных средах, наблюдение смещения равновесия в растворах электролитов.

Задание: При подготовке к лабораторной работе изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7:

1. Изучить характер электролитической диссоциации гидроксидов.
 2. Изучить равновесие и его смещение в растворах слабых электролитов.
 3. Изучить реакции в растворах электролитов.
 4. Изучить окраску кислотно-основных индикаторов в различных средах.
 5. Изучить реакцию среды в растворах следующих солей: хлорида алюминия, карбоната натрия, хлорида калия, ацетата аммония.
 6. Изучить полный (необратимый) гидролиз солей для случая, когда в растворе одновременно присутствуют две соли: хлорид алюминия и карбонат натрия.
- Ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы. Составить конспект.

Порядок выполнения:

1. *Изучение характера электролитической диссоциации гидроксидов.* В две пробирки внести по 10 капель 0,5н раствора: в первую – $ZnSO_4$, во вторую – $NiSO_4$ и в каждую добавить по 3 капли (до образования осадков) раствора щелочи $NaOH$. Определить химический характер образовавшихся гидроксидов. Для этого осадки разделить на две части, к одной добавить раствор кислоты HCl , а к другой – избыток раствора щелочи (до растворения осадка).

2. *Изучение равновесия и его смещения в растворах слабых электролитов.* а) В две пробирки внести по 8–10 капель раствора уксусной кислоты CH_3COOH и по 1 капле метилового оранжевого. Добавить в одну пробирку 2–3 кристалла ацетата натрия CH_3COONa . Перемешать. Сравнить цвет растворов в пробирках; б) В две пробирки внести по 4–5 капель раствора гидроксида аммония NH_4OH и по 1 капле фенолфталеина. Добавить в одну пробирку 2–3 кристалла хлорида аммония NH_4Cl . Перемешать содержимое пробирки. Сравнить цвет растворов в пробирках.

3. *Изучение реакции в растворах электролитов.* а) В пробирку внести 8–10 капель хлорида бария и добавить такой же объем сульфата натрия. б) В пробирку к 4–5 каплям раствора карбоната натрия добавить такое же количество хлороводородной кислоты. Наблюдать выделение газа.

4. *Изучение окраски кислотно-основных индикаторов.* В три пробирки налить 10–15 капель дистиллированной воды и добавить: в первую – 1 каплю лакмуса, во вторую – 1 каплю фенолфталеина, в третью – 1 каплю метилоранжа. Наблюдать окраску индикаторов. Затем в три другие пробирки налить по 8–10 капель соляной кислоты HCl и внести по 1 капле раствора лакмуса, метилоранжа, фенолфталеина. Наблюдать изменение окраски индикаторов. Затем в следующие три пробирки налить по 8–10 капель щелочи $NaOH$. В первую внести 1 каплю лакмуса, во вторую – 1 каплю метилоранжа, в третью – 1 каплю фенолфталеина. Наблюдать изменение окраски индикаторов.

5. *Изучение реакции среды растворов некоторых солей.* В пять пробирок налить дистиллированной воды 1/3 объема и добавить 2–3 капли раствора лакмуса, перемешать. Одну пробирку оставить в качестве контрольной, а в остальные добавить по одному микрошпателью кристаллов следующих солей: в первую – хлорида алюминия, во вторую – карбоната натрия, в третью – хлорида калия, в четвертую – ацетата аммония. Полученные результаты внести в таблицу 4.1. По изменению окраски лакмуса сделать вывод о реакции среды в растворе каждой соли.

Таблица 4.1 - Реакция среды в растворах солей

№ пробирки	Формула соли	Окраска лакмуса	Реакция среды	Уравнение реакции в молекулярной и ионной формах	pH раствора
1					

2					
3					
4					

б. *Изучение полного (необратимого) гидролиза солей.* В пробирку внести по 6–8 капель раствора хлорида алюминия и такой же объем раствора карбоната натрия. Отметить выделение пузырьков и выпадение осадка.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Задания для самостоятельной работы:

Задание 1. Объясните, как можно понизить кислотность раствора уксусной кислоты?

Рекомендации по выполнению задания 1 и подготовке к лабораторной работе. Для уксусной кислоты выражение константы диссоциации имеет вид

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K.$$

Благодаря тому, что константа диссоциации слабого электролита при данной температуре – величина постоянная, можно искусственно изменять концентрации отдельных ионов в растворе. Если увеличить концентрацию CH_3COO^- , то в силу постоянства K концентрация ионов водорода должна понизиться. Увеличения же концентрации ионов CH_3COO^- можно добиться очень просто: прибавить к раствору хорошо растворимую соль уксусной кислоты, например CH_3COONa .

Об этом можно судить по изменению окраски индикатора. Если в растворе CH_3COOH метилоранж имел красную окраску, то после добавления ацетата натрия индикатор примет оранжевую окраску.

Подобным же образом при прибавлении к раствору NH_4OH какой-нибудь аммонийной соли, например NH_4Cl , понижается концентрация ионов OH^- , т. е. щелочность раствора. Поэтому окраска индикатора фенолфталеина изменится с малиновой на бесцветную.

Задание 2. Напишите в молекулярной и ионно-молекулярной форме реакции взаимодействия между следующими веществами: а) BaCl_2 и Na_2SO_4 ; б) Na_2SO_3 и HCl ; в) CH_3COOK и H_2SO_4 ; г) KOH и HCl .

Рекомендации по выполнению задания 2 и подготовке к лабораторной работе. Обменные реакции между электролитами являются практически необратимыми и идут до конца в случае образования малорастворимых, слабодиссоциирующих и газообразных соединений. При составлении молекулярно-ионных уравнений реакций надо помнить о том, что малорастворимые, слабодиссоциирующие и газообразные вещества записывают в виде молекул, а сильные электролиты – в виде тех ионов, на которые они диссоциируют. Исходя из вышесказанного, реакции взаимодействия между названными веществами в молекулярном и ионном видах запишутся следующим образом:

а) молекулярное уравнение реакции: $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$,
сокращенное ионно-молекулярное уравнение: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$;

б) молекулярное уравнение реакции: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,
сокращенное ионно-молекулярное уравнение: $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

в) молекулярное уравнение реакции: $2\text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{CH}_3\text{COOH}$,
сокращенное ионно-молекулярное уравнение: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ = \text{CH}_3\text{COOH}$;

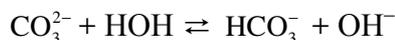
г) молекулярное уравнение реакции: $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$,
сокращенное ионно-молекулярное уравнение: $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$.

Задание 3. Вычислить pH раствора, если $[\text{H}^+] = 0,0001 = 10^{-4}$ моль/л.

Рекомендации по выполнению задания 3 и подготовке к лабораторной работе.
 $[\text{H}^+] = 0,0001 = 10^{-4}$ моль/л. $\text{pH} = -\lg 10^{-4} = 4$. Следовательно, $\text{pH} = 4$.

Задание 4. Составьте молекулярное и ионное уравнения гидролиза солей: а) K_2CO_3 ; б) $CuCl_2$; в) $Pb(CH_3COO)_2$.

Рекомендации по выполнению задания 1 и подготовке к лабораторной работе. а). Карбонат калия K_2CO_3 – соль слабой многоосновной кислоты и сильного основания. Анионы CO_3^{2-} , связывая водородные ионы воды, образуют анионы HCO_3^- , а не молекулы H_2CO_3 . В обычных условиях гидролиз идет по первой ступени, соль гидролизуется по аниону. Ионно-молекулярное уравнение гидролиза



или в молекулярной форме $K_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + KOH$.

В растворе появляется избыток ионов OH^- , поэтому раствор K_2CO_3 имеет щелочную реакцию $pH > 7$.

б) Хлорид меди – соль слабого многокислотного основания $Cu(OH)_2$ и сильной кислоты HCl . В данном случае катионы Cu^{2+} связывают гидроксильные ионы воды, образуя катионы основной соли $CuOH^+$. Образование молекул $Cu(OH)_2$ не происходит, так как ионы $CuOH^+$ диссоциируют гораздо труднее, чем молекулы $Cu(OH)_2$. В обычных условиях гидролиз идет по первой ступени. Соль $CuCl_2$ гидролизуется по катиону. Ионно-молекулярное уравнение гидролиза



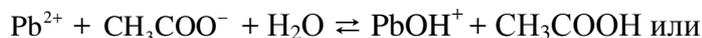
в молекулярной форме $CuCl_2 + H_2O \rightleftharpoons CuOHCl + HCl$.

В растворе появляется избыток ионов водорода, поэтому раствор $CuCl_2$ имеет кислую реакцию ($pH < 7$).

в) Ацетат свинца – соль слабого многокислотного основания $Pb(OH)_2$ и слабой одноосновной кислоты CH_3COOH . В данном случае параллельно протекают два процесса:



Ионно-молекулярное уравнение

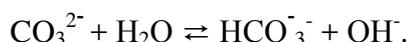
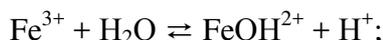


в молекулярной форме $Pb(CH_3COO)_2 + H_2O \rightleftharpoons PbOHCH_3COO + CH_3COOH$.

Реакция раствора $Pb(CH_3COO)_2$ зависит от относительной силы кислоты и основания, образующих соль. Если $K_{кисл} = K_{осн}$, то катион и анион гидролизуются в равной степени и реакция раствора будет нейтральной ($pH = 7$). Если $K_{кисл} < K_{осн}$, то гидролизу преимущественно подвергается анион соли и реакция раствора будет слабощелочной. Если $K_{кисл} > K_{осн}$, то катион соли гидролизуется в большей степени, чем анион. Поэтому в рассматриваемом случае реакция раствора слабокислая.

Задание 5. Какие продукты образуются при смешивании растворов солей $Fe(NO_3)_3$ и Na_2CO_3 ? Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнение реакции.

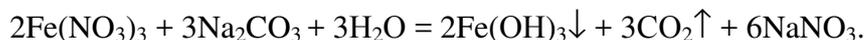
Рекомендации по выполнению задания 2 и подготовке к лабораторной работе. Соль $Fe(NO_3)_3$ гидролизуется по катиону, а Na_2CO_3 – по аниону:



Гидролиз этих солей обычно ограничивается первой ступенью. При смешивании растворов этих солей ионы H^+ и OH^- взаимодействуют, образуя молекулы слабого электролита. Это приводит к тому, что усиливается гидролиз каждой из солей до образования осадка и газа: $Fe(OH)_3$ и CO_2 . Ионно-молекулярное уравнение имеет вид:



Молекулярное уравнение имеет вид:



Основная литература

1. Коровин Н.В. Общая химия: учебник для вузов/Н.В. Коровин. – изд. 9-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 557 с.

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.
2. Варданян, М. А. Химия : лабораторный практикум для технических направлений подготовки бакалавриата / М. А. Варданян, С. Ф. Лапина/ под ред. М. А. Варданян - Братск : БрГУ, 2015. - 154 с.
3. Русина О.Б. Химия: методические указания для подготовки студентов к текущему и итоговому контролю. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 155 с.
4. Задачи и упражнения по общей химии: Учеб. пособие/ Б.И. Адамсон, О.Н. Гончарук, В.Н. Камышова и др.; Под ред. Н.В. Коровина. – изд. 2-е., испр. – М.: Высш. шк., 2004. – 255 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. В чем сущность теории электролитической диссоциации?
2. Что такое степень электролитической диссоциации?
3. На какие группы условно делят электролиты по величине степени диссоциации? Приведите примеры представителей этих групп.
4. Какой процесс называется гидролизом?
5. Укажите реакцию среды растворов следующих солей:
 - а) сульфата натрия;
 - б) карбоната калия;
 - в) хлорида железа (III);
 - г) фторида аммония.
6. Какие факторы влияют на процесс гидролиза?

Лабораторная работа №5. Изучение окислительно-восстановительных реакций

Цель работы: развитие навыков проведения простейшего химического эксперимента, изучение окислительно-восстановительных свойств элементов в низшей, промежуточной и высшей степенях окисления; влияния среды на характер окислительно-восстановительных процессов.

Задание: При подготовке к лабораторной работе изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7. Ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы. Составить конспект.

1. Изучить окислительно-восстановительную двойственность соединений серы в промежуточной степени окисления S^{+4} .
2. Изучить влияние рН среды на характер восстановления перманганата калия.
3. Изучение реакции йодида калия с пероксидом водорода.
4. Изучение поведения органических веществ в окислительно-восстановительных реакциях.

Порядок выполнения:

1. Изучение окислительно-восстановительной двойственности соединений серы в промежуточной степени окисления S^{+4} . В первую пробирку с раствором дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и во вторую с раствором сульфида натрия Na_2S внести по несколько

капель 2н серной кислоты и по 2-3 микрошпателя сульфита натрия Na_2SO_3 . Отметить, как изменилась окраска в первой пробирке и помутнел ли раствор во второй пробирке?

2. *Изучение влияния pH среды на характер восстановления перманганата калия.* В три пробирки внести по 3-4 капли раствора перманганата калия. В одну пробирку добавить 2-3 капли 2н раствора серной кислоты, во вторую добавить столько же воды, в третью – столько же раствора щелочи. Во все три пробирки внести по два микрошпателя кристаллического сульфита натрия и перемешать растворы до полного растворения кристаллов. Через 3-4 минуты отметить изменение окраски раствора во всех трех случаях.

3. *Изучение реакции йодида калия с пероксидом водорода.* К раствору йодида калия, подкисленному серной кислотой, прибавить 1-2 капли раствора пероксида водорода. Для какого вещества характерна появившаяся окраска?

4. *Изучение поведения органических веществ в окислительно-восстановительных реакциях.* В пробирку с раствором дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (5-6 капель) внести 2-3 капли концентрированной серной кислоты плотностью $1,84 \text{ г/см}^3$ и 4-5 капель этилового спирта $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Отметить изменение цвета раствора и появление специфического “яблочного” запаха, присущего уксусному альдегиду (ацетальдегид) CH_3CHO .

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Задания для самостоятельной работы:

Задание 1. Какие свойства может проявлять ион марганца Mn^{+7} ?

Рекомендации по выполнению задания 1 и подготовке к лабораторной работе. Марганец Mn^{+7} в перманганат-ионе MnO_4^- не может отдавать электроны, так как имеет завершённую восьмизлектронную оболочку $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^0$. Он может только принимать электроны: $\text{Mn}^{+7} + 5e \rightarrow \text{Mn}^{+2}$. Поэтому перманганат-ионы MnO_4^- могут выступать только в роли окислителя.

Задание 2. Какие свойства могут проявлять ионы серы S^{-2} и S^{+4} ?

Рекомендации по выполнению задания 2 и подготовке к лабораторной работе. Сера S^{-2} в молекуле H_2S не может присоединять электроны, так как имеет завершённую восьмизлектронную оболочку $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$. Она может только отдавать электроны: $\text{S}^{-2} - 2e \rightarrow \text{S}^0$. Следовательно, H_2S может выступать только в роли восстановителя.

Сера S^{+4} в молекуле SO_2 имеет электронную конфигурацию $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$. Такое электронное строение позволяет ей и принимать, и отдавать электроны:

$\text{S}^{+4} - 4e \rightarrow \text{S}^{+6}$ – окисление;

$\text{S}^{+4} + 4e \rightarrow \text{S}^0$ – восстановление.

Поэтому диоксид серы SO_2 проявляет окислительно-восстановительную двойственность.

Задание 3. Используя метод электронного баланса, подберите коэффициенты в уравнении реакции: $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.

Рекомендации по выполнению задания 3 и подготовке к лабораторной работе.

1. Записываем схему реакции:

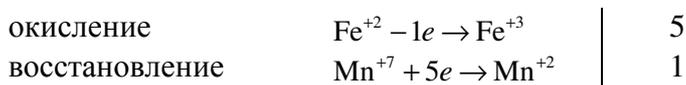


2. Находим элементы, атомы которых изменяют свою степень окисления, и определяем окислитель и восстановитель:

Mn^{+7} (окислитель) $\rightarrow \text{Mn}^{+2}$;

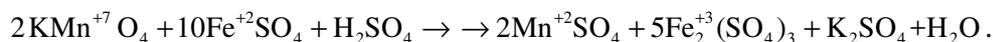
Fe^{+2} (восстановитель) $\rightarrow \text{Fe}^{+3}$.

3. Записываем уравнения процессов окисления и восстановления и уравниваем число электронов в процессе окисления и восстановления:



Чтобы восстановить один моль атомов Mn^{+7} , потребуется 5 молей атомов Fe^{+2} .

4. Коэффициенты 5 и 1 переносим в молекулярное уравнение, в результате реакции образуется $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, содержащий 2 моля атомов Fe^{+3} , поэтому основные коэффициенты следует удвоить:



5. Остальные коэффициенты находим при подсчете баланса других элементов (без O и H), в данном случае атомов K и S:



6. По балансу атомов водорода определяем число молей воды:



7. Для проверки правильности подобранных коэффициентов подсчитываем баланс молей атомов кислорода: в левой части $2 \cdot 4 + 10 \cdot 4 + 8 \cdot 4 = 80$; в правой части $2 \cdot 4 + 5 \cdot 3 \cdot 4 + 1 \cdot 4 + 8 = 80$.

Основная литература

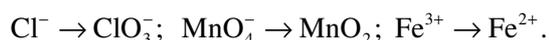
1. Коровин Н.В. Общая химия: учебник для вузов/Н.В. Коровин. – изд. 9-е. изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 557 с.

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.
2. Варданян, М. А. Химия : лабораторный практикум для технических направлений подготовки бакалавриата / М. А. Варданян, С. Ф. Лапина/ под ред. М. А. Варданян - Братск : БрГУ, 2015. - 154 с.
3. Русина О.Б. Химия: методические указания для подготовки студентов к текущему и итоговому контролю. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 155 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие реакции называются окислительно-восстановительными?
2. Какие из нижеприведенных реакций относятся к окислительно-восстановительным:
 - а) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$;
 - б) $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$;
 - в) $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HCl}$;
 - г) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{KOH} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$;
 - д) $\text{H}_3\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$;
 - е) $2\text{CuI}_2 \rightarrow 2\text{CuI} + \text{I}_2$;
 - ж) $\text{CuCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} + 2\text{NaCl}$;
 - з) $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
3. Какое вещество называется окислителем, а какое – восстановителем? Приведите примеры.
4. Какой процесс называется окислением, а какой – восстановлением?
5. Какие из нижеприведенных процессов представляют собой окисление, а какие – восстановление:



Лабораторная работа №6. Определение скорости химической реакции. Изучение химического равновесия

Цель работы: развитие навыков определения скорости химической реакции, изучение зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ и температуры; исследование смещения химического равновесия.

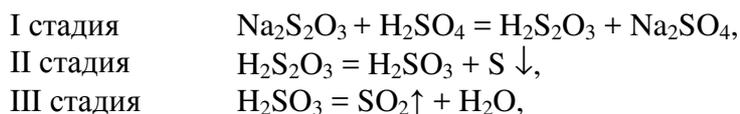
Задание: При подготовке к лабораторной работе изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7. Ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы. Составить конспект.

1. Изучить влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции;
2. Изучить влияние температуры на скорость химической реакции;
3. Изучить смещение химического равновесия при изменении концентрации веществ.

Порядок выполнения: Изучение влияния концентрации реагирующих веществ и температуры на скорость химической реакции проводится на примере окислительно-восстановительной реакции между тиосульфатом натрия и серной кислотой:



которая протекает в три стадии и приводит к слабой опалесценции (свечению) и дальнейшему помутнению раствора:



1. Изучение влияния концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции. Приготовить три раствора тиосульфата натрия различной концентрации. Для этого пронумеровать три большие сухие пробирки. В пробирку № 1 налить 15 мл 0,2 М раствора тиосульфата натрия, в пробирку № 2 – 10 мл раствора тиосульфата натрия и 5 мл дистиллированной воды, в пробирку № 3 – 5 мл раствора тиосульфата натрия и 10 мл дистиллированной воды. В три мерные пробирки налить по 5 мл 20%-го раствора серной кислоты. Последовательно добавлять по 5 мл раствора серной кислоты в пробирки № 1, 2, 3, каждый раз отмечая по секундомеру время реакции. (Выливать серную кислоту в раствор тиосульфата натрия нужно быстро.) Это время и принять за время протекания окислительно-восстановительной реакции. Результаты замеров времени протекания реакции во всех трех пробирках использовать для определения средней скорости реакции

v_{cp} (моль/л·с) по формуле $v_{\text{cp}} = \frac{\Delta C}{\Delta \tau}$, где $\Delta C = C_{\text{к}} - C_{\text{н}}$ – изменение концентрации реагирующего вещества, моль/л; $C_{\text{к}}$ и $C_{\text{н}}$ – конечная и начальная концентрации, соответственно; $\Delta \tau$ – промежуток времени, с.

Полученные в опыте экспериментальные данные, а также рассчитанные по формуле $v_{\text{cp}} = \frac{\Delta C}{\Delta \tau}$ (моль/л) средние скорости реакции v_{cp} (моль/л·с) занести в табл. 6.1. На основании данных табл. 6.1 построить график зависимости скорости реакции v_{cp} (моль/л·с) от концентрации C (моль/л) тиосульфата натрия. Сделать вывод о характере этой зависимости. Объяснить, почему зависимость выражается прямой линией.

Таблица 6.1- Результаты изучения влияния концентрации реагирующих веществ на скорость реакции

Показатель	Номер пробирки		
	1	2	3
Объем 0,2 М раствора тиосульфата натрия, мл	15	10	5

Объем дистиллированной воды, мл	0	5	10
Объем 20%-го раствора серной кислоты, мл	5	5	5
Суммарный объем реакционной смеси, мл	20	20	20
Молярная концентрация раствора тиосульфата после разбавления в 20 мл раствора, С, моль/л	0,15	0,1	0,05
Время реакции*, с			
Средняя скорость реакции** $v_{\text{ср}}$, рассчитанная по изменению концентрации тиосульфата натрия, моль/л·с			

2. *Изучение влияния температуры на скорость химической реакции.* Пронумеровать три большие сухие пробирки и налить в каждую по 15 мл 0,2М раствора тиосульфата натрия. В три мерные пробирки налить по 5 мл 20%-го раствора серной кислоты. В пробирку № 1 с раствором тиосульфата натрия опустить термометр, измерить и записать температуру раствора. Вынуть термометр, прилить 5 мл раствора серной кислоты в пробирку № 1, отметить по секундомеру время реакции.

Подготовить водяную баню с температурой на 12–15 °С выше комнатной, опустить в неё большую пробирку № 2 с раствором тиосульфата натрия и пробирку с серной кислотой. В пробирку № 2 опустить термометр и следить за повышением температуры раствора. Держать пробирку № 2 с раствором и пробирку с серной кислотой на водяной бане до тех пор, пока их температура не станет на 10 °С выше, чем пробирки № 1. После этого прилить отмеренное количество серной кислоты к раствору тиосульфата натрия в пробирке № 2 и отметить время реакции.

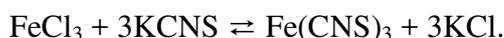
Нагреть водяную баню, приливая в неё горячую воду так, чтобы температура бани на 25–30 °С превышала комнатную. Опустить в баню пробирку № 3 с раствором и пробирку с серной кислотой. В пробирку № 3 опустить термометр и следить за повышением температуры. Как только температура пробирки № 3 станет на 20 °С выше, чем пробирки № 1, вынуть термометр, прилить в пробирку № 3 к раствору тиосульфата натрия отмеренное количество серной кислоты и отметить время реакции.

Полученные в опыте экспериментальные данные, а также рассчитанные по формуле $v_{\text{ср}} = \frac{\Delta C}{\Delta t}$ (моль/л) средние скорости реакции $v_{\text{ср}}$ (моль/л·с) занести в табл. 6.2. По данным табл. 6.2 построить график зависимости скорости реакции $v_{\text{ср}}$ (моль/л·с) от температуры t (°С). Сделать вывод о характере этой зависимости.

Таблица 6.2 - Результаты изучения влияния температуры на скорость реакции

Показатель	Номер пробирки		
	1	2	3
Объем 0,2 М раствора тиосульфата натрия, мл	15	15	15
Объем 20%-го раствора серной кислоты, мл	5	5	5
Суммарный объем реакционной смеси, мл	20	20	20
Молярная концентрация раствора тиосульфата после разбавления в 20 мл раствора, С, моль/л	0,15	0,15	0,15
Температура раствора t , °С			
Время реакции, с			
Средняя скорость реакции $v_{\text{ср}}$, рассчитанная по изменению концентрации тиосульфата натрия, моль/л·с			

3. *Изучение смещения химического равновесия при изменении концентрации веществ.* Обратимая реакция между хлоридом железа (III) и роданидом калия протекает по уравнению



Образующийся в результате реакции роданид железа (III) имеет темно-красный цвет. По изменению интенсивности окраски можно судить об изменении концентрации $\text{Fe}(\text{CNS})_3$, т. е. о смещении равновесия в ту или иную сторону.

В большую пробирку налить 10 мл 0,0025 н раствора хлорида железа (III) и добавить такое же количество 0,0025 н раствора роданида калия. Раствор размешать стеклянной палочкой и разлить в предварительно пронумерованные четыре пробирки. Пробирку № 4 с раствором оставить в качестве контрольной (для сравнения). Внести в пробирку № 1 несколько капель концентрированного раствора хлорида железа, в пробирку № 2 – несколько капель насыщенного раствора роданида калия, в пробирку № 3 – несколько кристаллов хлорида калия. Осторожно перемешать растворы в пробирках и сопоставить интенсивности окраски полученных растворов с цветом исходного раствора в контрольной пробирке № 4.

Результаты наблюдений занести в табл. 6.3, форма которой приведена ниже. Составить ионно-молекулярное уравнение проведенной реакции. Написать выражение для константы равновесия.

Таблица 6.3 - Результаты изучения влияния концентрации веществ на смещение равновесия

№ пробирки	Добавляемое вещество	Изменение интенсивности окраски (ослабление, усиление)	Направление смещения равновесия (вправо, влево)
1	FeCl ₃		
2	KCNS		
3	KCl		

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Задания для самостоятельной работы:

Задание 1. В сосуде емкостью 2 л смешали по 2 моль газов А и В. Через 25 с в сосуде осталось 0,5 моль непрореагировавшего газа А. Вычислите среднюю скорость реакции.

Рекомендации по выполнению задания 1 и подготовке к лабораторной работе. Вычислим, исходную и конечную молярную концентрации вещества А. Она показывает, какое количество вещества содержится в 1 л смеси:

$$C(A)_{\text{исх}} = \frac{v(A)_{\text{исх}}}{V} = \frac{2 \text{ моль}}{2 \text{ л}} = 1 \text{ моль/л};$$

$$C(A)_{\text{к}} = \frac{v(A)_{\text{к}}}{V} = \frac{0,5 \text{ моль}}{2 \text{ л}} = 0,25 \text{ моль/л}.$$

Вычислим изменение концентрации реагирующего вещества А:

$$\Delta C(A) = C_{\text{к}}(A) - C_{\text{исх}}(A) = 0,25 \text{ моль/л} - 1 \text{ моль/л} = -0,75 \text{ моль/л}.$$

Вычислим скорость реакции: $v = -\frac{\Delta C(A)}{\Delta \tau} = -\frac{0,75 \text{ моль/л}}{25 \text{ с}} = 0,03 \text{ моль / (л} \cdot \text{с)}$.

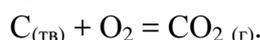
Задание 2. Составить выражение для скорости реакции в гомогенной системе:



Рекомендации по выполнению задания 2 и подготовке к лабораторной работе. Как указывалось выше, рассматриваемая реакция относится к сложным, а её скорость определяется скоростью лимитирующей реакции разложения тиосульфатной кислоты H₂S₂O₃. Поэтому математическое выражение для суммарной скорости реакции можно записать так:

$$v = k \cdot C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}.$$

Задание 3. Составить кинетическое уравнение для гетерогенной реакции горения угля:



Рекомендации по выполнению задания 3 и подготовке к лабораторной работе.

Математическое выражение скорости будет иметь вид $v = k \cdot C_{O_2}$, так как в выражение для скорости химической реакции концентрации твердых веществ не входят.

Задание 4. Определить, как изменится скорость химической реакции при повышении температуры от 20 до 50 °С, если температурный коэффициент данной реакции равен двум.

Рекомендации по выполнению задания 4 и подготовке к лабораторной работе. Определим изменение скорости реакции при повышении температуры на 30 °С, используя математическое выражение правила Вант Гоффа.

$$v_{50^\circ\text{C}} = v_{20^\circ\text{C}} \cdot 2^{\frac{50-20}{10}} = v_{20^\circ\text{C}} \cdot 2^3 = v_{20^\circ\text{C}} \cdot 8,$$

т. е. скорость реакции возрастает в восемь раз.

Задание 5. Изменение каких условий способствует смещению равновесия вправо?



Рекомендации по выполнению задания 5 и подготовке к лабораторной работе. Согласно принципу Ле-Шателье смещению равновесия вправо способствует:

- а) увеличение концентрации N_2O_4 ;
- б) уменьшение концентрации NO_2 ;
- в) повышение температуры;
- г) понижение давления.

Основная литература

1. Коровин Н.В. Общая химия: учебник для вузов/Н.В. Коровин. – изд. 9-е. изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 557 с.

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.
2. Варданян, М. А. Химия : лабораторный практикум для технических направлений подготовки бакалавриата / М. А. Варданян, С. Ф. Лапина/ под ред. М. А. Варданян - Братск : БрГУ, 2015. - 154 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Напишите математическое выражение скорости для следующих реакций:
 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$;
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$;
 $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$.
2. Как изменяется скорость реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
 - а) при увеличении концентрации NO в два раза;
 - б) при одновременном увеличении концентрации NO и O_2 в три раза?
3. Чему равна константа скорости химической реакции? Каков физический смысл этой величины?
4. Напишите математическое выражение константы химического равновесия для следующих реакций:
 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$;
 $2\text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$.
5. В какую сторону сместятся равновесия
 $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2 + 568,48 \text{ кДж}$;



- а) при понижении температуры;
б) при повышении давления?

Лабораторная работа №7. Изучение электрохимических процессов

Цель работы: развитие навыков проведения простейшего химического эксперимента, изучение электрохимических процессов, протекающих в гальваническом элементе и при электролизе водных растворов электролитов.

Задание: При подготовке к лабораторной работе изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7.

1. Изучить образование гальванических пар при химических реакциях.
 2. Изучить коррозию оцинкованного и луженого железа.
 3. Изучить электролиз водного раствора иодида калия с инертными электродами.
 4. Изучить электролиз водного раствора сульфата калия с инертными электродами.
 5. Изучить электролиз водного раствора сульфата меди с инертными электродами.
 6. Изучить электролиз водного раствора сульфата меди с растворимым медным анодом.
- Ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы. Составить конспект.

Порядок выполнения:

1. *Изучение образования гальванических пар при химических реакциях.* Внести в пробирку 10 капель 2 н серной кислоты и погрузить в неё кусочек гранулированного цинка (без примесей). Установить, наблюдается ли вытеснение водорода из серной кислоты. Внести в этот же раствор медную проволоку, не дотрагиваясь до цинка. Убедиться, что выделение водорода на меди не происходит. Коснуться медной проволокой кусочка цинка в пробирке. На поверхности меди появятся пузырьки водорода. Отнять медную проволоку от цинка и убедиться, что интенсивность выделения водорода снова изменяется.

2. *Изучение коррозии оцинкованного и луженого железа.* На пластинки оцинкованного и луженого железа поместить по 1 капле 2 н серной кислоты и гексацианоферрата (III) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Красная кровяная соль $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ является чувствительным реактивом на ионы Fe^{2+} , при взаимодействии с которыми дает синее окрашивание. Результаты наблюдений занести в табл. 7.1.

Таблица 7.1 - Результаты наблюдений окислительно-восстановительных процессов, протекающих на пластинах

Схема гальванического элемента	Уравнение процесса окисления на аноде	Уравнение процесса восстановления на катоде	Эффективное покрытие для защиты от коррозии
Луженое железо			
Оцинкованное железо			

3. *Изучение электролиза водного раствора иодида калия с инертными электродами.* В стеклянный сосуд электролизера налить до метки раствор иодида калия и добавить 5–6 капель фенолфталеина. Опустить в электролизер графитовые электроды, присоединённые к источнику постоянного тока. Включить источник тока и пропустить электрический ток через электролит. Отметить, как изменился цвет раствора в катодном и анодном пространстве электролизера. Составить схемы анодного и катодного процессов.

4. *Изучение электролиза водного раствора сульфата калия с инертными электродами.* В стеклянный сосуд электролизера налить до метки раствор сульфата натрия и добавить 2–3 капли раствора лакмуса. Опустить в электролизер графитовые электроды, присоединённые к источнику постоянного тока. Включить источник тока в сеть и пропустить электрический ток через электролит. Отметить, как изменился цвет лакмуса в катодном и анодном пространстве электролизера. Составить схемы анодного и катодного процессов.

5. *Изучение электролиза водного раствора сульфата меди с инертными электродами.* В стеклянный сосуд электролизера налить до метки раствор сульфата меди. Опустить в электролизер графитовые электроды, присоединённые к источнику постоянного тока. Включить источник тока и пропустить электрический ток через электролит. Отметить, появление на катоде бурого налета. Налет с катода не удалять, а оставить для проведения следующего опыта. Составить схемы анодного и катодного процессов.

6. *Изучение электролиза водного раствора сульфата меди с растворимым медным анодом.* Поменять полюса на электродах. При этом медный катод станет анодом, а анод – катодом. Включить источник тока и пропустить электрический ток через электролит. Отметит исчезновение бурого налета на одном электроде и появление его на другом. Составить схемы анодного и катодного процессов.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Задания для самостоятельной работы:

Задание 1. Определить возможность протекания реакции $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Cu + Zn^{2+}$.

Рекомендации по выполнению задания 1 и подготовке к лабораторной работе.

Металлический цинк является восстановителем, а ионы меди – окислителем. Из справочника находим $\varphi^0(Cu^{2+} / Cu) = 0,34$ В и $\varphi^0(Zn^{2+} / Zn) = -0,76$ В.

Для упрощения вычислений будем считать, что процесс протекает в стандартных условиях. Следовательно, $E = \varphi_{ок} - \varphi_{восст} = 0,34 - (-0,76) = 1,10$ В. Так как $E > 0$, то металлический цинк будет окисляться ионами меди (II), т. е. реакция $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Cu + Zn^{2+}$ возможна.

Задание 2. Рассчитать потенциал системы $Br_2^0 + 2e \rightarrow 2Br^-$ в растворе при равновесных концентрациях $[Br_2] = 0,01$ моль/дм³, $[Br^-] = 0,1$ моль/дм³.

Рекомендации по выполнению задания 2 и подготовке к лабораторной работе. Подставив значения концентраций $C_{окис} = 0,01$ моль/дм³ и $C_{восст} = 0,1$ моль/дм³ в уравнение (2), с учетом стехиометрических коэффициентов получим

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{C_{окис}}{C_{восст}^2} = 1,09 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{0,01}{0,1^2} = 1,12 \text{ В.}$$

Задание 3. Составить схемы электродных процессов, протекающих при электролизе расплава иодида натрия с инертным анодом.

Рекомендации по выполнению задания 3 и подготовке к лабораторной работе. В рассматриваемой системе имеются катионы натрия и анионы йода. У катода будет происходить восстановление ионов натрия и выделение металлического натрия, а на аноде – окисление иодид-ионов и выделение газообразного иода.

Схема процесса электролиза:



Задание 4. Составить схемы электродных процессов, протекающих при электролизе водного раствора сульфата никеля с никелевым анодом.

Рекомендации по выполнению задания 4 и подготовке к лабораторной работе.

Стандартный потенциал никеля $\varphi_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -0,25 \text{ В}$ несколько больше, чем потенциал

восстановления воды $\varphi_{\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2} = -0,41 \text{ В}$; поэтому при электролизе нейтрального раствора

сульфата никеля на катоде в основном происходит разряд ионов никеля и выделение металла. На аноде происходит противоположный процесс – окисление металла, так как потенциал никеля намного меньше потенциала окисления воды, а тем более – потенциала окисления сульфат-иона. Таким образом, в данном случае электролиз сводится к растворению металла анода и выделению его на катоде.

Схема процесса электролиза:

катодный процесс К(-): $\text{Ni}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Ni}^0$;

анодный процесс А(-): $\text{Ni}^0 - 2e \rightarrow \text{Ni}^{2+}$.

Задание 5. Через раствор сульфата меди в течение 10 часов пропускали ток силой 3 А. Определить количества образовавшихся при электролизе продуктов. Анод инертный.

Рекомендации по выполнению задания 5 и подготовке к лабораторной работе. На катоде протекает процесс восстановления меди, в результате образуется металлическая медь, которая оседает на электроде: К(-): $\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}$.

Массу выделившейся меди рассчитывают по формуле:

$$m_{\text{Cu}} = 63,5 \frac{36\,000 \cdot 3}{2 \cdot 96\,500} = 35,5 \text{ г.}$$

На аноде будет протекать окисление воды, в результате чего будут образовываться кислород и серная кислота: А(+): $2\text{H}_2\text{O} - 4e \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$.

Объем выделившегося кислорода рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{O}_2} = 22,4 \cdot \frac{36\,000 \cdot 3}{4 \cdot 96\,500} = 6,3 \text{ л.}$$

Согласно уравнению анодного процесса для образования 1 моля ионов H^+ требуется 1 моль электронов. Поскольку 1 моль серной кислоты содержит 2 моль ионов H^+ , то для их образования потребуется 2 моль электронов.

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98 \cdot \frac{36\,000 \cdot 3}{2 \cdot 96\,500} = 55 \text{ г.}$$

Основная литература

1. Коровин Н.В. Общая химия: учебник для вузов/Н.В. Коровин. – изд. 9-е. изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 557 с.

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.
2. Варданян, М. А. Химия : лабораторный практикум для технических направлений подготовки бакалавриата / М. А. Варданян, С. Ф. Лапина/ под ред. М. А. Варданян - Братск : БрГУ, 2015. - 154 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какой процесс называется электролизом?
2. Какой электрод при электролизе называется катодом, а какой – анодом?
3. Чем отличаются процессы электролиза, протекающие в растворе и расплаве электролита?
4. Какие вещества могут восстанавливаться на катоде?

5. Какие вещества могут окисляться на аноде?

Лабораторная работа №8. Качественные реакции на катионы и анионы

Цель работы: развитие навыков проведения простейшего химического эксперимента, изучение специфических реакций открытия наиболее распространенных катионов и анионов.

Задание: При подготовке к лабораторной работе изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7. Ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы. Составить конспект.

1. Открыть катион аммония NH_4^+ .
2. Открыть катиона кальция Ca^{2+} .
3. Открыть катион бария Ba^{2+} .
4. Открыть катион цинка Zn^{2+} .
5. Обнаружить катион хрома Cr^{3+} .
6. Открыть катион алюминия Al^{3+} .
7. Открыть катион свинца Pb^{2+} .
8. Открыть катион железа (II) Fe^{2+} .
9. Открыть катион железа (III) Fe^{3+} .
10. Открыть катион серебра Ag^+ .
11. Открыть сульфат-ион SO_4^{2-} .
12. Открыть карбонат-ион CO_3^{2-} .
13. Открыть хлорид-ион Cl^- .
14. Открыть нитрат-ион NO_3^- .

Порядок выполнения:

1. *Открытие катиона аммония NH_4^+ .* К 3...4 каплям раствора соли аммония добавляют 2...3 капли концентрированного раствора щелочи. Пробирку слегка нагревают и к ее отверстию подносят влажную красную лакмусовую бумагу. Бумага синееет. *Реакция специфична.*

2. *Открытие катиона кальция Ca^{2+} .* К 1...2 каплям раствора соли кальция добавляют 2...3 капли раствора оксалата аммония. Образуется белый осадок. Проверяют растворимость осадка в HCl и CH_3COOH .

3. *Открытие катиона бария Ba^{2+} .* К 1...2 каплям раствора соли бария прибавляют 2...3 капли раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и 2...3 капли раствора ацетата натрия. Выпадает желтый кристаллический осадок.

4. *Открытие катиона цинка Zn^{2+} .* К 2...3 каплям раствора соли цинка добавляют равный объем раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

5. *Обнаружение катиона хрома Cr^{3+} .* К 2...3 каплям раствора соли $\text{Cr}(\text{III})$ добавляют 4...5 капель 2 н раствора NaOH , 2...3 капли 3 %-ного раствора H_2O_2 и нагревают до перехода окраски из зеленой в желтую. К части раствора после его охлаждения добавляют раствор HNO_3 до появления оранжевой окраски. Затем приливают 6...8 капель смеси эфира с изоамиловым спиртом и 2...3 капли раствора пероксида водорода. Смесь перемешивают. Появление интенсивно-синей окраски органического слоя указывает на образование надхромовой кислоты $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_6$.

6. *Открытие катиона алюминия Al^{3+} .* Каплю раствора соли алюминия на фильтровальной бумаге обрабатывают парами аммиака и добавляют 1...2 капли 0,2 %-ного спиртового раствора ализарина. Полученное фиолетовое пятно обрабатывают уксусной кислотой до исчезновения фиолетовой окраски. Образуется розовое кольцо алюминиевого лака. Проведению реакции мешают катионы Fe^{3+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} .

7. *Открытие катиона свинца* Pb^{2+} . К 2 каплям раствора нитрата свинца добавляют 2 капли раствора иодида калия. К образовавшемуся осадку прибавляют несколько капель воды и 2 н раствора уксусной кислоты до $pH = 3...5$. Нагревают на водяной бане до полного растворения осадка. При медленном охлаждении пробирки (ее погружают в холодную воду или оставляют остывать на воздухе) выпадают красивые блестящие золотисто-желтые кристаллы иодида свинца – «золотой дождь».

8. *Открытие катиона железа (II)* Fe^{2+} . К 2...3 каплям раствора сульфата железа (II) добавляют 2 капли гексацианоферрата (III) калия.

9. *Открытие катиона железа (III)* Fe^{3+} . А) К 2...3 каплям раствора сульфата железа (III) добавляют 3...4 капли дистиллированной воды, 1...2 капли соляной кислоты и 2 капли гексацианоферрата (II) калия. Образуется темно-синий осадок.

Б) В пробирку помещают 2...3 капли раствора сульфата железа (III) и прибавляют 2 капли раствора роданида калия. Появляется кроваво-красное окрашивание раствора. Добавляют несколько капель изоамилового спирта или эфира и встряхивают. Органический слой окрашивается в красный цвет.

10. *Открытие катиона серебра* Ag^+ . К 3...4 каплям раствора $AgNO_3$ добавляют столько же 2М HCl . Проверяют растворимость полученного осадка $AgCl$ в HCl , HNO_3 и в растворе NH_4OH . Осадок растворяется в концентрированном растворе NH_4OH . К образовавшемуся раствору комплексной соли хлорида диамминсеребра добавляют HNO_3 до $pH = 1...2$. Выпадает белый осадок.

11. *Открытие сульфат-иона* SO_4^{2-} . К 2...3 каплям раствора, содержащего сульфат-ионы, подкисленного несколькими каплями 2М HCl , добавляют 5 капель 0,01 н раствора $KMnO_4$ и 1...2 капли раствора $BaCl_2$. Затем избыток $KMnO_4$ восстанавливают раствором пероксида водорода. При этом раствор обесцвечивается, а осадок окрашивается в розовый цвет, что служит доказательством образования осадка $BaSO_4$.

12. *Открытие карбонат-иона* CO_3^{2-} . В пробирку с газоотводной трубкой вносят 5...6 капель раствора Na_2CO_3 и 5...6 капель 2 н раствора HCl . Опускают конец газоотводной трубки в пробирку с небольшим количеством известковой воды. Наблюдается помутнение раствора.

13. *Открытие хлорид-иона* Cl^- . В пробирку к 2...3 каплям раствора хлорида натрия добавляют 1...2 капли раствора нитрата серебра. Выпавший осадок отделяют центрифугированием. К осадку добавляют водный раствор аммиака до полного растворения. В полученном растворе открывают Cl^- ион действием 3...5 капель 2 н раствора HNO_3 .

14. *Открытие нитрат-иона* NO_3^- . К 2...3 каплям раствора $NaNO_3$ на стеклянной пластинке добавляют 1...2 кристалла $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ и каплю концентрированного раствора H_2SO_4 . Вокруг кристалла появляется бурое пятно.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Задание 1 для самостоятельной работы:

На основании экспериментальных наблюдений заполните таблицу 8.1.

Таблица 8.1

Изучаемый ион	Реагент	Уравнение реакции	Условия проведения	Аналитический сигнал
1	2	3	4	5

Рекомендации по выполнению задания 1:

Для составления уравнений реакций обнаружения (графа 3) рекомендуется использовать литературу [1] и [3].

Основная литература

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия : лабораторный практикум для технических направлений подготовки бакалавриата / М. А. Варданян, С. Ф. Лапина/ под ред. М. А. Варданян - Братск : БрГУ, 2015. - 154 с.

9.2. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Целью практических занятий по дисциплине Химия и материаловедение является формирование практических умений и навыков решать разного рода задачи, выполнять вычисления по химическим формулам и реакциям, работать со справочниками. На практических занятиях обучающиеся овладевают простейшими химическими умениями и навыками, которые в дальнейшем будут использованы при изучении других дисциплин, в процессе учебной и производственной практик, профессиональной деятельности.

Наряду с формированием умений и навыков на практических занятиях обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания обучающихся, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Формы организации обучающихся на практических занятиях по химии: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 человека. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Подготовка к практическому занятию. При подготовке к занятию обучающимся рекомендуется придерживаться следующего плана:

- прочитать название работы, уяснить цель работы и какие теоретические положения изучаются в ней;
- повторить соответствующий теоретический материал, найти ответы на вопросы, приведенные в начале описания работы, составить их краткий конспект;
- выполнить задания для самоконтроля, приведенные в конце описания работы;
- продумать, какой окончательный результат и вывод должен быть получен в данной практической работе.

Форма отчета по практической работе. Правильно оформленный отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

- полное название работы и её №;

- цель работы;
- ответы на вопросы, приведенные в начале описания работы;
- задания для самоконтроля, приведенные в конце описания работы и решения к ним;
- задания, предложенные преподавателем на занятии и решения к ним;
- вывод (должен соответствовать цели работы).

Практическое занятие №1. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева в свете современной теории строения атома (дискуссия)

Цель работы: формировать умение составлять электронные и графические формулы атомов и ионов на основе знаний о строении атома и Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева

Задание: При подготовке к дискуссии «Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева в свете современной теории строения атома» изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [2]. Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Элементарные частицы, образующие атом.
2. Корпускулярно-волновая двойственность электронов.
3. Принцип неопределенности Гейзенберга.
4. Электронное облако (атомная орбиталь). Электронная плотность.
5. Квантовые числа.
6. Принципы электронного строения атома.
7. Электронные и графические формулы атомов и ионов.
8. Валентные электроны. Степень окисления. Высшая и низшая степени окисления.
9. Периодически изменяющиеся характеристики атомов: энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность.
10. Периодический закон Д.И. Менделеева.
11. Причина периодичности изменения свойств элементов в группах и периодах.
12. Изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств элементов и их соединений в группах и периодах.

Порядок выполнения: При проведении дискуссии используется организационная методика «вопрос-ответ». Это разновидность простого собеседования, в котором принимают участие все участники дискуссии: одни отвечают на поставленные вопросы, другие – дополняют или уточняют их ответ, третьи - приводят примеры и т.д. Применяется определенная форма постановки вопросов для собеседования с участниками дискуссии-диалога, позволяющая организовать развернутое обсуждение:

1. Какие элементарные частицы, образующие атом, Вы знаете?
2. Как Вы представляете корпускулярно-волновую двойственность электронов?
3. Что Вы можете сказать о применении принципа неопределенности Гейзенберга по отношению к элементарным частицам, телам макромира?
4. Что представляет собой электронное облако и как распределена его электронная плотность?
5. Какие квантовые числа Вы знаете и для чего они используются?
6. Какие принципы электронного строения атома Вы знаете? Дайте их формулировки.
7. Приведите примеры использования основных принципов электронного строения атома при составлении электронных и графических формул атомов и ионов.
8. Какие электроны называются валентными? Что показывает степень окисления, высшая и низшая степени окисления?
9. Укажите, какие периодически изменяющиеся характеристики имеют атомы?
10. Сформулируйте Периодический закон Д.И. Менделеева. Обоснуйте его

физический смысл в свете современной теории строения атома.

11. Объясните изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств элементов и их соединений в группах и периодах.
12. Укажите причину периодичности изменения свойств элементов в группах и периодах.

После завершения дискуссии для закрепления изученного материала обучающимся рекомендуется выполнить следующее многовариантное задание:

Задание: Используя таблицу 1, дайте ответы на следующие вопросы, согласно своему варианту:

- а) определите строение атомного ядра элемента;
- б) укажите квантовые числа для формирующего электрона;
- в) составьте электронно-графические формулы (диаграммы) атома элемента и его иона в основном состоянии, укажите число неспаренных электронов у атома и иона;
- г) напишите электронную формулу внешнего (предвнешнего) уровня атома элемента в возбужденном состоянии;
- д) назовите аналоги электронной структуры элемента по формирующему электрону.

Таблица 1

Вариант	Элемент	Ион	Вариант	Элемент	Ион
1	S	S ⁴⁺	11	Br	Br ⁻¹
2	Cr	Cr ³⁺	12	Ni	Ni ²⁺
3	Mn	Mn ³⁺	13	N	N ⁻³
4	Sr	Sr ²⁺	14	Cu	Cu ²⁺
5	Ga	Ga ³⁺	15	I	I ⁻¹
6	Fe	Fe ³⁺	16	Hg	Hg ²⁺
7	Mo	Mo ³⁺	17	Cd	Cd ²⁺
8	Cl	Cl ⁻¹	18	Pb	Pb ⁴⁺
9	Al	Al ³⁺	19	Cu	Cu ²⁺
10	Co	Co ²⁺	20	Ca	Ca ²⁺

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.2)

Задания для самостоятельной работы:

Задание 1. Выделяется или поглощается энергия при переходе электрона атома водорода с первого энергетического уровня ($n = 1$) на второй энергетический уровень ($n = 2$)? Как связана энергия перехода с частотой излучения?

Рекомендации по выполнению задания 1. Уровень К ($n = 1$) имеет минимальное значение энергии. Поэтому при переходе на уровень L ($n = 2$) поглощается энергия, которая равна

$$\Delta E_{(1 \rightarrow 2)} = h\nu_{(1 \rightarrow 2)},$$

Задание 2. Каково максимальное число ориентаций f- орбиталей в пространстве?

Рекомендации по выполнению задания 2. Так как при $l = 3$ (f-подуровень) имеется семь значений квантового числа $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$, характеризующих ориентацию электронных облаков в пространстве, то число ориентаций f- орбиталей равно семи.

Задание 3. Напишите электронную конфигурацию атома олова Sn (элемент № 50)

Рекомендации по выполнению задания 3. Элемент N 50 расположен в 5 периоде и IVA-подгруппе. Следовательно: а) внешние электроны расположены на пятом энергетическом уровне ($n = 5$), б) номер группы IV и индекс главной подгруппы A указывают на расположение четырех электронов (в том числе формирующего) именно на внешнем

(пятом) уровне. Каждый уровень начинается двумя s-элементами, затем следуют p-элементы (при $n \geq 2$). Таким образом, электронная конфигурация атома олова $\text{Sn} - [\text{Kr}]4d^{10}5s^25p^2$.

Задание 4. Запишите электронную конфигурацию двухзарядного положительного иона олова Sn^{2+} и четырехзарядного Sn^{4+} . Как соотносятся энергии ионизации у этих ионов и их радиусы?

Рекомендации по выполнению задания 4. Двухзарядный ион олова Sn^{2+} и четырехзарядный ион Sn^{4+} должны иметь соответственно на два и четыре электрона меньше, чем нейтральный атом олова. Электронная конфигурация атома олова Sn — $[\text{Kr}], 4d^{10}5s^25p^2$, так как олово расположено в 5 периоде и IVA - подгруппе. При ионизации электроны удаляются именно с внешнего уровня, где они наиболее удалены от ядра атома. Следовательно, электронная конфигурация ионов будет: $\text{Sn}^{2+} - [\text{Kr}], 4d^{10}5s^25p^0$ и $\text{Sn}^{4+} - [\text{Kr}], 4d^{10}5s^05p^0$

При удалении электронов от ядра в процессе ионизации необходимо затратить энергию ионизации, причем тем большую, чем больше заряд иона [см. 1]. Поэтому энергии ионизации соотносятся как $I_1 < I_2 < I_4$.

Удаление электронов из нейтрального атома при образовании положительных ионов уменьшает их радиусы вследствие уменьшения периферийной электронной плотности и большего притяжения оставшихся электронов к ядру из-за уменьшения межэлектронного отталкивания. Действительно, по табличным данным радиус атома олова $r(\text{Sn}) = 0,158$ нм, иона $r(\text{Sn}^{2+}) = 0,102$ нм, иона $r(\text{Sn}^{4+}) = 0,067$ нм.

Задание 5. На основании электронного строения атома серы определите число электронов, принимающих участие в восстановлении и окислении этого атома.

Рекомендации по выполнению задания 5. Электронная конфигурация атома серы $1s^22s^22p^63s^23p^4$. До устойчивого октета на внешнем уровне атому недостает двух электронов. Принимая их, атом серы проявляет свойства окислителя (например, в H_2S): $\text{S} + 2e \rightarrow \text{S}^{2-}$.

Как восстановитель атом серы может отдавать электроны внешнего уровня (максимально шесть, например, в SF_6) $\text{S} - 6e \rightarrow \text{S}^{6+}$

Для серы ЭО = 2,5; для водорода ЭО = 2,1; для фтора ЭО = 4,0.

Основная литература

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Укажите свойства элементарных частиц, составляющих атом.
2. Выделяется или поглощается энергия при переходе электрона с третьего энергетического уровня ($n=3$) на первый ($n=1$).
3. Укажите число атомных орбиталей на: а) s-подуровне, б) p-подуровне, в) d-подуровне, г) f-подуровне и определите максимальное число электронов на каждом из подуровней.
4. Возможно ли наличие в атоме двух электронов с одинаковыми значениями трех квантовых чисел: n , m_l и m_s . Приведите примеры.
5. Атом химического элемента на d-орбиталях четвертого электронного уровня имеет 1 электрон. Составьте электронную формулу этого элемента.

Практическое занятие №2. Основные количественные характеристики химического процесса

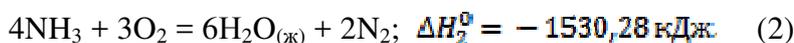
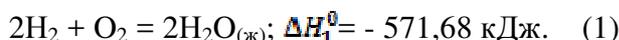
Цель работы: формировать практические умения и навыки определять количественные характеристики химического процесса.

Задание: При подготовке к практическому занятию рекомендуется повторить следующие понятия: стандартная энтальпия, энтальпия образования, энтальпия сгорания; энтропия, направление протекания процессов, факторы, влияющие на скорость реакции. Изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и подготовить ответы на следующие вопросы:

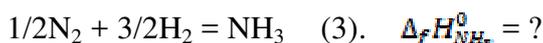
1. Закон Гесса и следствия из него;
2. Энтропия и ее изменение в химических процессах;
3. Характеристические функции: энергия Гиббса, энергия Гельмгольца и их определение;
4. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ, применение закона действующих масс;
5. Зависимость скорости реакции от температуры, применение правила Вант Гоффа;
6. Энергия активации, применение уравнения Аррениуса.

Порядок выполнения: Рекомендуется провести устный опрос обучающихся по вопросам, предложенным в задании, а далее закрепить теоретический материал путем решения нижеприведенных задач.

Задача 1. Вычислите тепловой эффект образования NH_3 из простых веществ при стандартном состоянии по тепловым эффектам реакций:



Решение. Запишем уравнение реакции, тепловой эффект которой необходимо определить:



В уравнения (1) и (2) входят $\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ и O_2 , которые не входят в уравнение (3), поэтому, чтобы исключить их из уравнений (1) и (2), умножим уравнение (1) на 3 и вычтем из него уравнение (2). Получим:

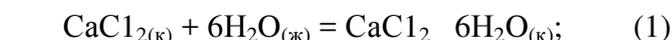


После преобразования уравнения (4) и деления его на 4 получаем искомое уравнение (3). Аналогичные действия сделаем с тепловыми эффектами. В результате получаем: $[-571,68 \cdot 3 - (-1530,28)]: 4 = -46,19 \text{ кДж.}$

Ответ: $\Delta_f H_{\text{NH}_3}^0$ равна $-46,19 \text{ кДж/моль.}$

Задача 2. Вычислите теплоту гидратации CaCl_2 , если известно, что при растворении 1 моль безводного CaCl_2 выделяется $72,7 \text{ кДж}$, а при растворении 1 моль кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ поглощается $18,0 \text{ кДж}$ теплоты.

Решение. Процесс растворения в воде хлорида кальция можно разбить на две стадии:



Первая стадия — процесс гидратации, т.е. получение кристаллогидрата, тепловой эффект которой надо рассчитать; вторая стадия — растворение кристаллогидрата в воде. Суммарный тепловой эффект равен теплоте растворения безводной соли.



Разность теплот растворения безводной соли CaCl_2 (-72,7 кДж) и растворения кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (18,0 кДж) представляет собой теплоту гидратации CaCl_2 . Подставив соответствующие значения тепловых эффектов, получаем $\Delta H = -72,7 - (+18,0) = -90,7$ кДж, т.е. при гидратации 1 моль CaCl_2 выделяется 90,7 кДж теплоты.
 Ответ: $\Delta H = 90,7$ кДж

Задача 3. Предскажите знак изменения энтропии в следующих реакциях:

- а) $\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} = 2\text{NH}_{3(\text{г})}$
- б) $\text{C}_{(\text{к})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})}$
- в) $2\text{CO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{CO}_{2(\text{г})}$

Решение. Известно, что энтропия газов всегда значительно больше энтропии твердых тел и жидкостей, поэтому в химических реакциях, идущих с участием газообразных веществ, энтропия реакции всегда положительна ($\Delta S > 0$), если в результате процесса возрастает число молей газообразных веществ и отрицательная ($\Delta S < 0$), если число молей газообразных веществ уменьшается. Нетрудно увидеть, что в реакции (а) число молей газообразных веществ уменьшается от 4 до 2, поэтому $\Delta S < 0$; в реакции (б) число молей газообразных веществ возрастает $\Delta S > 0$; в реакции (в) $\Delta S < 0$.

Задача 4. Рассчитайте стандартную энергию Гиббса химической реакции при 298К и установите возможность ее самопроизвольного протекания в прямом направлении



Величина стандартных энергий Гиббса образования веществ даны в [1].

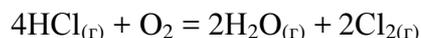
Решение. Энергия Гиббса ΔG – термодинамическая функция состояние системы. Изменение энергии Гиббса химической реакции может быть рассчитано на основании следствия из закона Гиббса:

$$\begin{aligned} \Delta G_{\text{ж.р}}^0 &= \Delta_f G_{\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{к})}^0 + G_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{к})}^0 - \Delta_f G_{\text{CuCO}_3(\text{к})}^0 - \\ &2\Delta_f G_{\text{NH}_4\text{OH}(\text{ж})}^0 = -359,4 - 900,3 - (-661,9) - 2(-254,2) = \\ &-89,4 \text{ кДж} < 0 \end{aligned}$$

Любая химическая реакция протекает самопроизвольно в том направлении, которое отвечает при заданных условиях (давлении и температуре) уменьшению величины G , т. е. самопроизвольное течение реакции возможно только при $\Delta G < 0$.

В данном случае $\Delta G < 0$, т. е. возможно самопроизвольное протекание процесса в прямом направлении.

Задача 5. Рассчитайте энтропийный и энтальпийный факторы протекания процесса при стандартных состояниях и 298К:



Какой из рассчитанных факторов способствует самопроизвольному протеканию реакции в прямом направлении?

Решение. Используя справочные данные из [1], рассчитаем энтальпию и энтропию реакции при 298К.

$$\begin{aligned} \Delta H_f^0 &= 2\Delta H_f^0(\text{воды}) + 2\Delta H_f^0(\text{Cl}_2) - 2\Delta H_f^0(\text{HCl}) + \Delta H_f^0(\text{O}_2) = -114,48 \text{ кДж}; \\ \Delta S^0 &= 2S^0(\text{воды}) + 2S^0(\text{Cl}_2) - 2S^0(\text{HCl}) - S^0(\text{O}_2) = -256,4 \text{ Дж/К}. \end{aligned}$$

Энтальпийным фактором процесса является энтальпия реакции. Самопроизвольному протеканию процесса способствует уменьшение энтальпии системы ($\Delta H < 0$ кДж). Энтропийный фактор равен произведению абсолютной температуры на энтропию реакции. Самопроизвольному течению процесса способствует рост энтропии системы ($\Delta S > 0$).

В нашем случае энтропийный фактор при 298 К равен:

$$\Delta S = - 256,4 \text{ Дж/К} \cdot 298 \text{ К} = 76407,2 \text{ Дж или } - 76,407 \text{ кДж}$$

и не способствует самопроизвольному протеканию процесса.

Энтальпийный фактор $\Delta H_f^0 < 0$ способствует самопроизвольному протеканию процесса в прямом направлении.

Задача 6. Для гомогенной реакции, выражаемой схемой $nA + mB = pC + qD$, составить выражение для скорости.

Решение. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ определяется *законом действующих масс*, который формулируется следующим образом: скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентрации реагирующих веществ, взятых в степенях, равных их коэффициентам в уравнении реакции. Для вышеприведенной реакции этот закон выражается уравнением $v = kC_A^n C_B^m$.

Задача 7. Во сколько раз изменится скорость реакции $2CO_{(г)} + O_{2(г)} \rightarrow 2CO_{2(г)}$ при увеличении давления в системе в 10 раз? Температура системы поддерживается постоянной.

Решение. Предположим, что рассматриваемая реакция является элементарной, т. е. для нее справедлив закон действующих масс

$$v = kc^2(CO)c(O_2).$$

Принимая, что концентрация и парциальное давление связаны прямо пропорциональной зависимостью получаем, что $v = kp^2(CO)_p(O_2)_p$.

После увеличения давления в системе в 10 раз парциальное давление каждого из реагентов возрастает тоже в 10 раз, т.е.

$$v' = k(10p(CO))^2(10p(O_2)) = 1000kp^2(CO)_p(O_2)_p.$$

Отсюда $v'/v = 1000$. Следовательно, скорость реакции увеличится в 1000 раз.

Задача 8. Температурного коэффициента реакции равен 3. Во сколько раз увеличится скорость реакции при увеличении температуры на $30^\circ C$?

<p>Дано:</p> $\gamma = 3$ $t_2 - t_1 = 30^\circ C$ <hr/> $\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = ?$	<p>Решение.</p> <p>Пользуясь правилом Вант – Гоффа, рассчитаем отношение скоростей реакции при различных температурах:</p> $\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} ; 3^{\frac{30}{10}} = 3^3 = 27.$
--	---

Ответ. Скорость реакции увеличится в 27 раз.

Задача 9. В реагирующей системе, схема которой $3A + B \leftrightarrow 2C + D$, равновесные концентрации веществ А, В и С равны соответственно 0,4, 0,9 и 1,2 моль/л. Найдите исходные концентрации веществ А и В.

<p>Дано:</p> $[A] = 0,4 \text{ моль/л}$ $[B] = 0,9 \text{ моль/л}$ $[C] = 1,2 \text{ моль/л}$ <hr/> $C(A)_{исх} = ?$ $C(B)_{исх} = ?$	<p>Решение.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Запишем схему реакции: $3A + B \leftrightarrow 2C + D$. 2. Примем объем реагирующей смеси равным 1 л. В этом случае молярные концентрации реагирующих веществ будут равны количеству вещества соединений А, В и С, которые вступили в химическую реакцию.
---	---

3. Считая, что в результате реакции образовалось 1,2 моль вещества С, по уравнению реакции найдем количества вещества вступивших в реакцию соединений А и В:

$$\frac{\nu(A)_{\text{прореаг}}}{\nu(C)} = \frac{3}{2}, \text{ следовательно, } (A)_{\text{прореаг}} = \frac{\nu(C) \cdot 3}{2} = \frac{1,2 \text{ моль}}{2} = 1,8 \text{ моль};$$

$$\nu(B)_{\text{прореаг}} = \frac{1}{2}, \text{ следовательно, } \nu(B)_{\text{прореаг}} = \frac{\nu(C)}{2} = \frac{1,2 \text{ моль}}{2} = 0,6 \text{ моль}.$$

4 Найдем исходные количества веществ соединений А и В, учитывая их содержание в равновесной смеси:

$$\nu(A)_{\text{исх}} = \nu(A)_{\text{прореаг}} + \nu(A)_{\text{равнов}} = 1,8 \text{ моль} + 0,4 \text{ моль} = 2,2 \text{ моль};$$

$$\nu(B)_{\text{исх}} = \nu(B)_{\text{прореаг}} + \nu(B)_{\text{равнов}} = 0,6 \text{ моль} + 0,9 \text{ моль} = 1,5 \text{ моль}$$

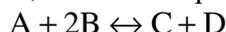
5. Найдем исходные концентрации веществ А и В с учетом того, что объем реагирующей смеси принят нами за 1 л:

$$C(A)_{\text{исх}} = \frac{\nu(A)_{\text{исх}}}{V} = \frac{2,2 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 2,2 \text{ моль/л};$$

$$C(B)_{\text{исх}} = \frac{\nu(B)_{\text{исх}}}{V} = \frac{1,5 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 1,5 \text{ моль/л}.$$

Ответ. $C_{\text{исх}}(A) = 2,2 \text{ моль/л}$, $C_{\text{исх}}(B) = 1,5 \text{ моль/л}$.

Задача 10. В реагирующей системе, схема которой



исходные концентрации вещества А – 2 моль/л, вещества В – 5 моль/л, а равновесная концентрация вещества С – 1,5 – моль/л. Вычислите константу равновесия в системе.

Дано:

$$C(A)_{\text{исх}} = 2 \text{ моль/л}$$

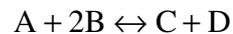
$$C(B)_{\text{исх}} = 5 \text{ моль/л}$$

$$[C] = 1,5 \text{ моль/л}$$

$$K_p - ?$$

Решение.

1. Запишем схему реакции:



2. Примем объем реагирующей смеси равным 1 л.

В этом случае молярные концентрации реагирующих веществ станут равными количествам вещества соединений А, В, С и D, участвующих в химической реакции.

3. Зная что в результате реакции образовалось 1,5 моль вещества С, по уравнению реакции найдем количества вещества прореагировавших соединений А и В и количество вещества образовавшегося соединения D:

$$\frac{\nu(A)_{\text{прореаг}}}{\nu(C)} = \frac{1}{1}, \text{ следовательно, } \nu(A)_{\text{прореаг}} = \nu(C) = 1,5 \text{ моль}; \frac{\nu(B)_{\text{прореаг}}}{\nu(C)} = \frac{2}{1},$$

$$\text{следовательно, } \nu(B)_{\text{прореаг}} \frac{\nu(C) \cdot 2}{1} = 1,5 \text{ моль} \cdot 2 = 3 \text{ моль}; \frac{\nu(D)}{\nu(C)} = \frac{1}{1},$$

тогда, $\nu(D) = \nu(C) = 1,5 \text{ моль}$.

4. Зная исходные количества и количества прореагировавших веществ А и В, найдем количества вещества соединений А и В, содержащиеся в равной смеси:

$$\nu(A)_{\text{равнов}} = \nu(A)_{\text{исх}} - \nu(A)_{\text{прореаг}} = 2 \text{ моль} - 1,5 \text{ моль} = 0,5 \text{ моль},$$

$$\nu(B)_{\text{равнов}} = \nu(B)_{\text{исх}} - \nu(B)_{\text{прореаг}} = 5 \text{ моль} - 3 \text{ моль} = 2 \text{ моль}.$$

5. Учитывая, что объем реагирующей смеси принят равным 1 л, найдем равновесные концентрации веществ А, В и D:

$$[A] = \frac{\nu(A)_{\text{равнов}}}{V} = \frac{0,5 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 0,5 \text{ моль/л};$$

$$[B] = \frac{\nu(B)_{\text{равнов}}}{V} = \frac{2 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 2 \text{ моль/л};$$

$$[D] = \frac{\nu(D)_{\text{равнов}}}{V} = \frac{0,5 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 0,5 \text{ моль}.$$

6. Зная равновесные концентрации веществ А, В, С и D, вычислим константу равновесия:

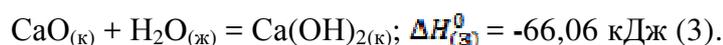
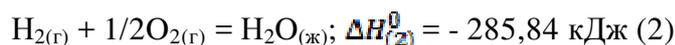
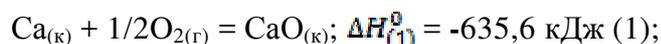
$$K_p = \frac{[C][D]}{[A][B]^2} = 1,125.$$

Ответ. $K_p = 1,125$.

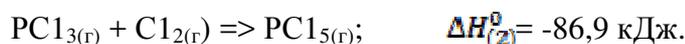
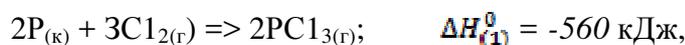
Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.2)

Задания для самостоятельной работы:

Задание 1. Рассчитайте стандартную энтальпию образования $\Delta_f H_{298}^0$ Ca(OH)₂, исходя из термохимических уравнений

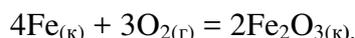


Задание 2. Рассчитайте стандартную энтальпию образования газообразного пентахлорида фосфора PCl_{5(г)}, исходя из следующих уравнений:

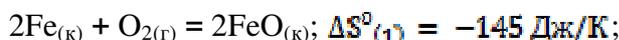


Какой термохимический закон вы использовали?

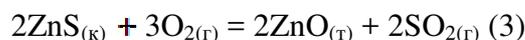
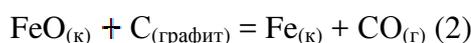
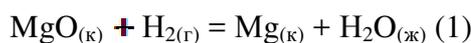
Задание 3. Рассчитайте стандартную энтропию реакции образования оксида железа (III) из простых веществ по реакции



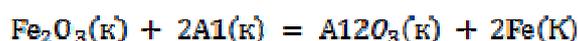
используя следующие данные:



Задание 4. Не производя вычислений, укажите для каких из перечисленных реакций изменение энтропии способствует самопроизвольному протеканию реакций:



Задание 5. Рассчитайте ΔG процесса алюмотермии при 298 К и 500 К



Как влияет температура на протекание реакции в прямом направлении?

Задание 6. В течение одинакового промежутка времени в одной реакции образовалось 21,9 г хлороводорода, а в другой – 53,9 г серной кислоты. Определите, какая из реакций протекала с большей скоростью, учитывая, что они проводились в сосудах одинакового объема.

Задание 7. Через определенный промежуток времени после начала реакции, уравнение которой:



концентрация углекислого газа уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз при этом уменьшится скорость реакции по сравнению с начальной?

Задание 8. При 40°C реакция протекает за 40 с. За какое время та же реакция будет протекать при 10°C , если температурный коэффициент реакции равен 3?

Задание 9. В реагирующей системе, схема которой



установилось равновесие, при котором концентрация вещества С равна 0,2 моль/л. Константа равновесия равна 8. Найдите исходную концентрацию вещества А, если исходная концентрация вещества В равна 0,5 моль/л.

Задание 10. В каком направлении сместится равновесие в системе:



- при увеличении концентрации сероводорода;
- при дополнительном введении серы;
- при понижении температуры;
- при повышении давления?

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Для выполнения заданий рекомендуется использовать литературу [7] и [8], где приводятся решения типовых заданий. При выполнении заданий 1 и 2 рекомендуется использовать закон Гесса и следствия из него, а для заданий 3 и 4 – формулы для расчета изменения энтропии при химических реакциях. В задании 5 применить формулу Гиббса для определения изменения свободной энергии ΔG . Для определения значений энтальпии и энтропии при стандартных условиях воспользоваться справочными таблицами из литературы [1]. При выполнении заданий 6 и 7 рекомендуется использовать понятие скорости гомогенной реакции и закон действующих масс, для задания 8 – правило Вант Гоффа, для задания 9 – формулы для расчета константы равновесия, а для 10 задания – правило Ле Шателье.

Основная литература

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.

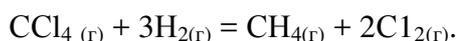
Контрольные задания для самопроверки

1. При сгорании фосфора массой 9,3 г выделяется 229,5 кДж теплоты. Рассчитайте

- стандартную теплоту образования оксида фосфора (V).
2. Определите стандартную энтальпию реакции восстановления оксида хрома (III) алюминием.
 3. Рассчитайте энтальпийный и энтропийный факторы процесса, при условии, что все вещества находятся в стандартном состоянии $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + \text{S}_{(\text{к})}$. Какой из рассчитанных факторов будет способствовать самопроизвольному течению реакции в прямом направлении.
 4. Определите, какая из приведенных реакций термодинамически предпочтительнее при стандартных состояниях всех веществ:



5. Определите возможность самопроизвольного протекания нижеприведенного процесса при стандартных состояниях всех веществ ($K = 298; 500 \text{ K}$)



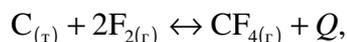
6. В реактор объемом 3 л поместили 8 моль водорода и 6 моль брома. Через 3 мин осталось 1,2 моль непрореагировавшего брома. Вычислите среднюю скорость реакции.
7. Через определенный промежуток времени после начала реакции, уравнение которой

$$2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} = \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cu}$$
 концентрация аммиака уменьшилась в 3 раза. Во сколько раз при этом уменьшится скорость реакции по сравнению с начальной?
8. В реакции, схема которой



концентрацию вещества А уменьшили в 2,4 раза, а концентрацию вещества В увеличили в 1,8 раза. Как изменится при этом скорость реакции?

9. Перечислите все факторы, которые позволяют сместить равновесие в системе, уравнение которой



в сторону образования продуктов реакции.

10. При 20°C реакция протекает за 21 мин 20 с, а при 50°C - за 20 с. Вычислите температурный коэффициент реакции.

Практическое занятие №3. Фазовые равновесия. Диаграммы состояния

Цель работы: формировать практические умения и навыки по анализу диаграммы состояния, определению всех ее областей и точек.

Задание: При подготовке к практической работе «Фазовые равновесия. Диаграммы состояния» изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [2]. Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Дайте понятие фазы.
2. Что такое независимые компоненты системы?
3. Дайте понятие степени свободы системы.
4. Напишите правило фаз Гиббса.
5. Приведите пример однокомпонентной системы.
6. Что такое диаграмма плавкости?
7. Приведите пример двухкомпонентной системы.
8. Что такое эвтектика?
9. В каких координатах строят диаграмму плавкости?
10. Что показывают линии ликвидуса и солидуса?

Порядок выполнения: Рекомендуется провести устный опрос обучающихся по вопросам, предложенным в задании, а далее для закрепления изученного материала обучающимся рекомендуется выполнить тестовые задания.

Тестовые задания. Необходимо выбрать единственный правильный ответ

1. ... показывает возможность произвольного изменения какого-либо параметра состояния системы без нарушения фазового равновесия.

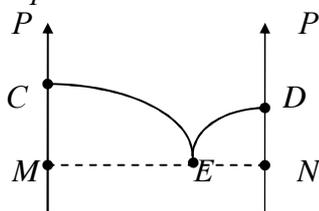
- а) Энергия Гиббса;
- б) Степень свободы;
- в) Энергия Гельмгольца;
- г) Энтальпия.

2. Правило фаз Гиббса:

- а) $C = K - \Phi + 2$;
- б) $C = K + \Phi - 2$;
- в) $K = \Phi - 2$;
- г) $C = 3 - \Phi$.

3. В каких точках диаграммы плавкости число степеней свободы равно 0?

- а) C;
- б) D;
- в) E;
- г) M.

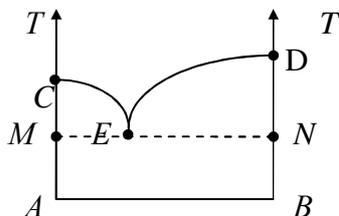


4. В однокомпонентной системе состояние фазового равновесия определяется...

- а) концентрацией;
- б) давлением;
- в) температурой;
- г) природой веществ.

5. Для точек, расположенных выше линий ликвидуса, число степеней свободы равно...

- а) 3;
- б) 0;
- в) 1;
- г) 2.



6. Изотерма конца кристаллизации двухкомпонентной системы «твердое вещество – жидкость» – это линия ...

- а) солидуса;
- б) ликвидуса;
- в) криоскопии;
- г) эвтектики.

7. Точка эвтектики имеет число степеней свободы...

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 0.

8. Зависимость температуры начала кристаллизации двухкомпонентной системы от состава – это линия ...

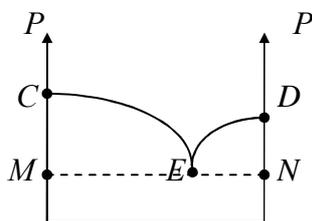
- а) солидуса;
- б) ликвидуса;
- в) криоскопии;
- г) эвтектики.

9. Растворы по свойствам являются ... системами.

- а) идеальными;
- б) гомогенными;
- в) гетерогенными;
- г) физико-химическими.

10. Для точек, расположенных между линиями ликвидуса и солидуса, число степеней свободы равно ...

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 0.



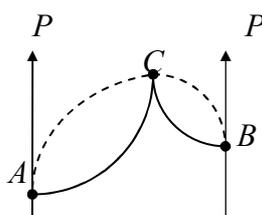
11. Процесс перехода из жидкого состояния в газообразное – это ...

- а) кипение;
- б) испарение;
- в) конденсация;
- г) плавление.

12. Число компонентов в системе песок, вода, лед, пар равно ... ?

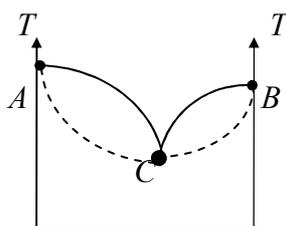
13. Число степеней свободы в любой точке диаграммы состояния двухкомпонентной системы, кроме точки С, равно... ?

- а) 2;
- б) 1;
- в) 0;
- г) 3.



14. Число степеней свободы в точке С диаграммы состояния двухкомпонентной системы равно... ?

- а) 1;
- б) 0;
- в) 2;
- г) 3.



15. Процесс перехода из твердого состояния в газообразное – это ...

- а) конденсация;
- б) испарение;
- в) сублимация;
- г) плавление.

16. Точка пересечения линий ликвидуса называется ...

- а) эвтектической;
- б) максимальной;
- в) промежуточной;
- г) кристаллической.

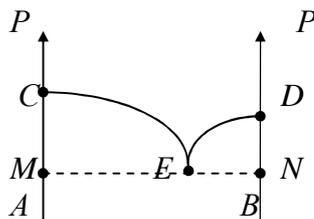
17. Ниже линии на диаграмме плавкости двухкомпонентной системы существуют только твердые фазы.

- а) солидуса;

- б) ликвидуса;
- в) изотермы;
- г) плавления.

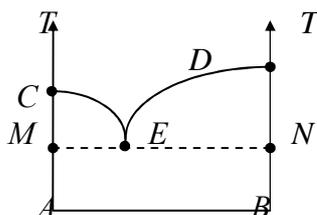
18. На диаграмме двухкомпонентной системы «твердое вещество – жидкость» линиями ликвидуса являются:

- а) MC и ND ;
- б) ME и EN ;
- в) CE и ED ;
- г) MN и CE .



19. На диаграмме двухкомпонентной системы «твердое вещество – жидкость» линией солидуса является:

- а) EN ;
- б) ED ;
- в) CE ;
- г) MN .



20. Смесь веществ, обладающая самой низкой температурой кристаллизации, называется...

- а) эвтектической;
- б) дисперсией;
- в) фазовой;
- г) кристаллогидратом.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Задания для самостоятельной работы:

Задание 1. Выполнить анализ диаграммы состояния I рода (рис. 3.1):

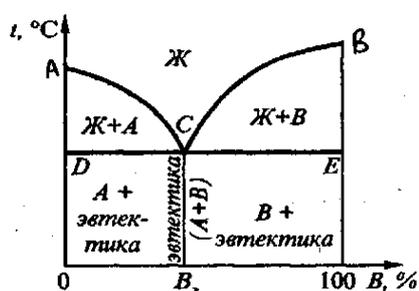


Рис. 3.1. Диаграмма состояния I рода

Рекомендации по выполнению задания 1 и подготовке к практическому занятию.

Диаграммой состояния называют графическое изображение, показывающее в состоянии равновесия фазовый состав и структуру сплава в зависимости от концентрации и температуры.

Диаграмма состояния I рода (типа) характерна для сплавов, компоненты которых образуют механические смеси, при незначительной взаимной растворимости (рис. 3.1). Слева направо по оси абсцисс откладывается процентная доля компонента В в сплаве. Процентная доля компонента А увеличивается в противоположном направлении оси

абсцисс. Часто ее не показывают, а подразумевают. По оси ординат откладывают значения температуры.

Компоненты А и В для этого типа диаграмм взаимно растворяются только в жидком состоянии, а в твердом состоянии не растворяются и не образуют химических соединений.

Линия АСВ, выше которой сплавы находятся в жидком состоянии, называется *линией ликвидус*. Линия DCE, ниже которой сплавы находятся в твердом состоянии, называется *линией солидус*. Между линиями ликвидус и солидус сплавы *переходят* из жидкого состояния в твердое.

Сплав двух компонентов, который плавится при минимальной температуре, называется *эвтектикой* или *эвтектическим*. Эвтектика представляет собой тонкую механическую смесь компонентов в составе А и В.

Процентное соотношение компонентов в составе сплава можно определить, опустив перпендикуляр из точки С на ось абсцисс. При охлаждении эвтектических сплавов оба компонента одновременно из жидкого состояния кристаллизуются в твердое.

Левее от эвтектики сплавы называются доэвтектическими, правее - заэвтектическими. У доэвтектических сплавов область АСD содержит жидкую фазу Ж и кристаллы компонента А. Заэвтектические сплавы в области СВЕ содержат жидкую фазу Ж и кристаллы компонента В.

Ниже линии солидус в области DCB₂, доэвтектические сплавы в твердом состоянии содержат компонент А и эвтектику (А+В), заэвтектические в области СЕВ₂, - компонент В и эвтектику (А+В).

Задание 2. Выполнить анализ диаграммы состояния IV рода (рис. 3.2):

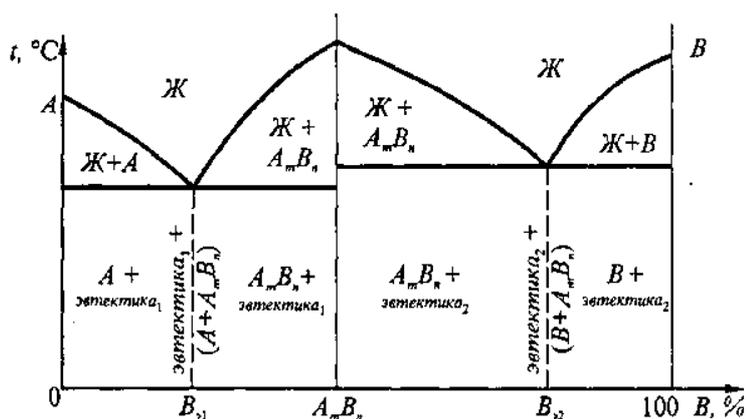


Рис. 3.2. Диаграмма состояния IV рода

Рекомендации по выполнению задания 2 и подготовке к практическому занятию.

Диаграмма состояния IV рода относится к сплавам, в которых компоненты сплавов образуют устойчивые химические соединения A_mB_n (рис. 3.2). Эти соединения (интерметаллы) выступают в роли самостоятельного третьего компонента, способного образовывать сплавы с каждым из исходных компонентов.

Химическое соединение A_mB_n образует с компонентами А и В сплавы, для которых характерны диаграммы состояния I рода.

Основная литература

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.

Контрольные задания для самопроверки

1. Приведите пример диаграммы состояния II рода и проведите ее анализ.
2. Приведите пример диаграммы состояния III рода и проведите ее анализ.

Практическое занятие №4. Металлы и сплавы (дискуссия)

Цель работы: закрепление знаний о металлических материалах, их классификации, физических, химических, механических и технологических свойствах.

Задание: При подготовке к практическому занятию обучающимся рекомендуется изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [2]. Составить конспект нижеприведенных вопросов:

1. Какие свойства металлических материалов относятся к физическим?
2. Какими химическими свойствами обладают металлы?
3. Какими механическими свойствами обладают металлы?
4. Как определяют механические свойства металлов: прочность и твердость?
5. Какими технологическими свойствами обладают металлы?

Порядок выполнения: При проведении дискуссии используется организационная методика «вопрос-ответ». Это разновидность простого собеседования, в котором принимают участие все участники дискуссии: одни отвечают на поставленные вопросы, другие – дополняют или уточняют их ответ, третьи - приводят примеры и т.д. Применяется определенная форма постановки вопросов для собеседования с участниками дискуссии-диалога, позволяющая организовать развернутое обсуждение:

Рекомендуется начать дискуссию с анализа рис.4.1, представляющей классификацию материалов.



Рис. 4.1. Классификация материалов

Далее необходимо провести устное обсуждение вопросов, предложенных в задании. Особое внимание следует обратить на точность формулировок важнейших понятий и терминов, касающихся свойств металлов и сплавов, а именно:

Свойства металлов и сплавов подразделяются на физические, химические, механические и технологические.

К физическим свойствам относятся плотность, плавление (температура плавления), теплопроводность, тепловое расширение.

Плотность — количество вещества, содержащееся в единице объема.

Плавление — способность металла переходить из кристаллического (твердого) состояния в жидкое с поглощением теплоты.

Теплопроводность — способность металла с той или иной скоростью проводить теплоту при нагревании.

Электропроводность — способность металла проводить электрический ток.

Тепловое расширение — способность металла увеличивать свой объем при нагревании.

Химические свойства металлов и сплавов характеризуют отношение их к химическим воздействиям различных активных сред. Они характеризуют способность металлов и сплавов сопротивляться окислению или вступать в соединение с различными веществами: кислородом воздуха, растворами кислот, щелочей и др. Чем легче металл или сплав вступает в соединение с другими элементами, тем быстрее он разрушается. Поэтому основными химическими свойствами металлических материалов являются окисляемость и коррозионная стойкость.

Окисляемость — способность металла вступать в реакцию в кислороде под воздействием окислителей.

Металлы и сплавы, стойкие к окислению при сильном нагреве, называют *жаростойкими* или *окалиностойкими*. Такие материалы применяют для изготовления деталей, которые эксплуатируются в зоне высоких температур.

Химическое разрушение металлов и сплавов под действием на их поверхность внешней агрессивной среды называют *коррозией*.

Коррозионная стойкость — способность металла или сплава сопротивляться коррозии.

Сопротивление металлов и сплавов коррозии, окалинообразованию и растворению определяют по изменению массы испытуемых образцов на единицу поверхности за единицу времени.

Химические свойства металлов и сплавов обязательно учитываются при изготовлении тех или иных изделий.

К механическим свойствам металлов относят твердость, прочность, вязкость, упругость и пластичность. Эти свойства определяют по результатам механических испытаний, при которых металлы подвергают воздействию внешних сил (нагрузок). Внешние силы могут быть статическими, динамическими или циклическими (повторно-переменными). Нагрузка вызывает в твердом теле напряжение и деформацию.

Твердость — способность металла сопротивляться проникновению в него более твердого тела.

Прочность — способность металла сопротивляться разрушению под действием внешних сил.

Вязкость — способность металла сопротивляться быстро возрастающим ударным нагрузкам.

Упругость — способность металла восстанавливать свою первоначальную форму и размеры после снятия действующей нагрузки.

Пластичность — способность металла, не разрушаясь, изменять свою форму под действием нагрузки и сохранять полученную форму после снятия нагрузки.

Напряжение — величина нагрузки, отнесенная к единице площади поперечного сечения испытуемого образца.

Деформация — изменение формы и размеров твердого тела под влиянием приложенных внешних сил. Различают деформации растяжения (сжатия), изгиба, кручения, среза (рис. 4.2). В действительности материал может подвергаться одному или нескольким видам деформации одновременно

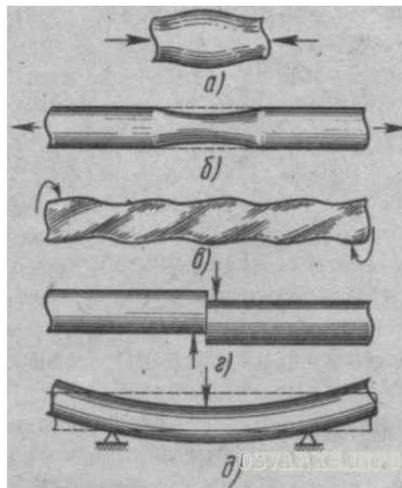


Рис. 4.2. Виды деформаций: а) - сжатие, б) - растяжение, в) - кручение, г) - срез, д) – изгиб

Технологические свойства металлов определяют их способность подвергаться различным видам обработки. Основными технологическими свойствами металлов являются ковкость, свариваемость, жидкотекучесть, прокаливаемость, обработка резанием (рис. 4.3).

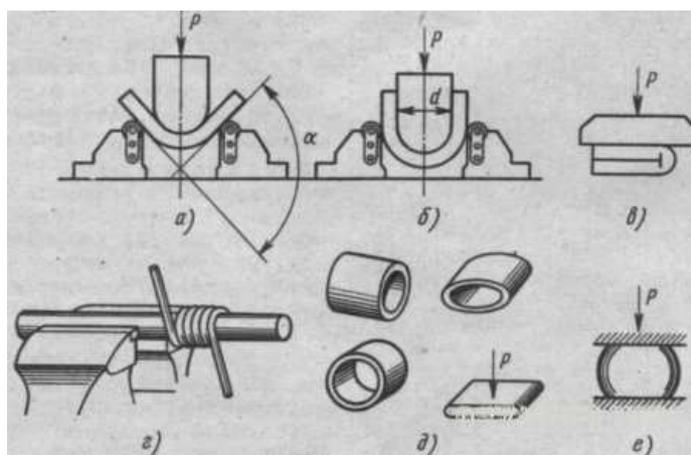


Рис. 4.3. Технологические пробы: а) - изгиб на определенный угол, б) - изгиб до параллельности сторон, в) - изгиб до соприкосновения сторон, г) - на навивание, д) - на сплющивание труб, е) - на осадку

Ковкость — способность металла изменять свою форму в нагретом или холодном состоянии под действием внешних сил.

Свариваемость — способность двух частей металла при нагревании прочно соединяться друг с другом.

Жидкотекучесть — способность расплавленного металла легко растекаться и хорошо заполнять форму.

Прокаливаемость — способность металла закаливаться на ту или иную глубину.

Обрабатываемость резанием — способность металла подвергаться механической обработке режущим инструментом с определенной скоростью и усилием резания.

Для закрепления изученного материала обучающимся рекомендуется выполнить тестовые задания, обобщающие свойства металлов и сплавов:

Задание 1. Вписать ответ вместо многоточия.

1. ... – это способность тел передавать с той или иной скоростью тепло при нагревании и охлаждении.
2. ... – это температура, при которой металл полностью переходит из твердого состояния в жидкое.
3. ... – это способность металла проводить электрический ток.
4. ... – это вид деформации металлов и сплавов, характеризуемый увеличением длины тела. Этому виду деформации подвержены тросы грузоподъемных машин, крепежные детали, приводные ремни.
5. ... – это механическое свойство металлов и сплавов тесно связанное с такими свойствами, как прочность, износоустойчивость. Способность сопротивляться внедрению более твердого тела.
6. ... – это вид разрушения под действием часто повторяющихся переменных нагрузок. Подвержены шатуны двигателей, коленчатые валы, поршневые пальцы, поршни.
7. ... – это способность металла, не разрушаясь, изменять форму под действием нагрузки и сохранять измененную форму после снятия нагрузки.
8. ... – это количество вещества содержащегося в единице объема.
9. ... – это способность металла создавать собственное магнитное поле, либо самостоятельно, либо под действием внешнего магнитного поля.
10. ... – это вид пластичной деформации, характеризуемый уменьшением объема тела под действием сдавливающих его сил.
11. Термическая обработка, при которой сталь нагревается до определенной температуры, выдерживается при ней и затем медленно охлаждается в печи для получения равновесной, менее твердой структуры, свободной от остаточных напряжений называется
12. Химические элементы, специально вводимые в сплав с целью изменения его строения и свойств (резко улучшающие его свойства) называются
13. ... – это железоуглеродистый сплав, содержащий менее 2,14 % углерода.
14. Операция термической обработки, при которой сталь нагревают до температуры, несколько выше критической, выдерживают при этой температуре и затем быстро охлаждают в воде, масле, водных растворах солей называется
15. ... – железоуглеродистый сплав, содержащий более 2,14 % углерода.
16. ... – это операция нагрева стали около 900 °С, с выдержкой при этой температуре и последующем охлаждении на воздухе (подвергаются штампованные и кованные заготовки из углеродистой и легированной стали).
17. Процесс термической обработки, применяемый после закалки стали с целью устранения внутренних напряжений, уменьшения хрупкости, понижения твердости, увеличения вязкости и улучшения обрабатываемости называется
18. ... – это отпуск при невысоком нагреве до температур 120-150 °С и выдержка при ней в течении 10-35 часов.
19. Самопроизвольное исчезновение внутренних напряжений при комнатной температуре длительное и сопровождается изменением формы и размеров закаленных деталей называется

Задание 2. *Определить, верны ли следующие утверждения, ответив «верно» или «неверно»*

1. Динамической нагрузкой называют нагрузку, возрастающую медленно от нуля до некоторого предельного значения и далее остающуюся постоянной или изменяющуюся незначительно.
2. Причиной разрушения металлов от усталости является хрупкое состояние, которое объясняется появлением в слабых местах металла постепенно увеличивающихся микротрещин.

3. При выборе металлов и сплавов для изготовления деталей большое значение имеют технологические свойства – способность металла подвергаться различным видам обработки.

4. Железо, медь, никель, алюминий, цинк, олово, свинец, сталь, латунь не возможно подвергнуть прессованию, прокатке, протяжке, штамповке. Эти металлы и сплавы не способны без разрушения изменять свою форму при обработке давлением (плохая ковкость).

5. Жидкотекучесть и усадка — это литейные технологические свойства металлов и сплавов.

6. Метод определения марки стали по искре, применяется при наличие станков с соответствующими абразивными кругами и специальных эталонов, используемых для сравнения характера искр.

7. Кислотостойкость – свойство металлов и сплавов сопротивляться воздействию кислотной агрессивной среды.

8. Результаты коррозионной стойкости металлов и сплавов оценивают количественно, по скорости коррозии, характеризующейся потерей массы материала.

9. Износостойкость – эксплуатационное свойство металлов и сплавов оказывать сопротивление изнашиванию в процессе трения.

10. Физические свойства металлов влекут за собой изменение химического состава металлов и сплавов.

11. Сплавы – это сложные вещества, получаемые сплавлением или спеканием двух или более компонентов.

12. Сплавы могут состоять только из металлов.

13. Основными железуглеродистыми сплавами являются сталь и чугун. Они представляют собой сплав железа и углерода с некоторыми другими элементами (кремнием, марганцем, хромом, никелем) и относятся к черным металлам.

14. Заготовки подвергают термической обработке в целях улучшения их структуры и снижения твердости, а обрабатываемые детали — для придания им необходимых свойств: твердости, прочности, износостойкости, упругости.

15. Чем мельче зерно металла в процессе кристаллизации — тем выше его прочность, вязкость и пластичность.

16. При небольшой степени переохлаждения число зародышей мало, а скорость их роста велика (мелкое зерно), а с увеличением степени переохлаждения число зародышей возрастает в большей мере, чем скорость их роста (крупное зерно).

17. Для определения температуры нагрева, при термической обработки сталей, пользуются специальными приборами — пирометрами. При отсутствии пирометра степень нагрева определяют приблизительно по цвету каления.

18. При нагреве стали на воздухе, ее поверхность окрашивается в различные цвета, называемые цветами побежалости. Каждый цвет побежалости соответствует вполне определенной температуре и может служить указателем для определения степени нагрева при отпуске стали.

19. Отжиг стали служит для выполнения задачи, обратной закалке.

20. Металлы вступают в окислительно-восстановительные реакции с веществами находящимися в окружающей среде и окисляются.

Задание 3. *Выбрать единственный правильный ответ.* При выполнении задания рекомендуется использовать таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Обозначения легирующих элементов в сплавах

Обозначения легирующих элементов			
Легируемые стали	Медные сплавы	Алюминиевые сплавы	Магниевые сплавы
Х - хром	А – алюминий	А – алюминий	А – алюминий
Н – никель	Б – бериллий	Б – бериллий	Б – бериллий
Г – марганец	Ж – железо	Ж – железо	Ж – железо
М – молибден	К – кремний	К – кремний	К – кремний

К – кобальт	М – медь	М – медь	М – медь
Т – титан	Мг – магний	Мг – магний	Мг – магний
Ю – алюминий	Мш – мышьяк	Мш – мышьяк	Мш – мышьяк
С – кремний	Н – никель	Н – никель	Н – никель
В – вольфрам	О – олово	О – олово	О – олово
Ф – ванадий	С – свинец	С – свинец	С – свинец
Д – медь	Ср – серебро	Ср – серебро	Ср – серебро
П – фосфор	Су – сурьма	Су – сурьма	Су – сурьма
Р – бор	Ф – фосфор	Ф – фосфор	Ф – фосфор
Ц – цирконий	Ц – цинк	Ц – цинк	Ц – цинк
Ч – редкоземельные элементы	Цр – цирконий	Цр – цирконий	Цр – цирконий
	Х – хром	Х – хром	Х – хром
	Мц – марганец	Мц – марганец	Мц – марганец
	Кд - кадмий	Кд - кадмий	Кд - кадмий

1. Какие из перечисленных ниже свойств металлов являются механическими?
 - а) жидкотекучесть
 - б) теплопроводность
 - в) твердость.
2. Из указанных свойств металлов выберите те, которые являются технологическими:
 - а) жидкотекучесть, усадка, прокаливаемость
 - б) цвет, температура плавления, теплоемкость
 - в) прочность, ударная вязкость, выносливость
3. Из указанных свойств металлов и сплавов выберите те, которые не являются эксплуатационными:
 - а) плотность
 - б) износостойкость
 - в) хладностойкость
 - г) жаропрочность
 - д) антифрикционность.
4. Чем больше светлых звездочек в искрах, тем больше, какого химического элемента присутствует в стали (при определении марки стали по искре)?
 - а) вольфрам
 - б) углерод
 - в) хром.
5. Какая технологическая проба позволяет установить способность материала подвергаться деформации?
 - а) проба на загиб
 - б) проба на перегиб
 - в) проба на навивание
 - г) проба труб на бортование
6. Укажите вид деформации, на который испытывают заклепки, стяжные болты.
 - а) сжатие
 - б) растяжение
 - в) кручение
 - г) сдвиг
 - д) изгиб.
7. Пластичность - это...
 - а) температура, при которой металл полностью переходит из твердого состояния в жидкое.
 - б) свойство металла или сплава сопротивляться разрушению под действием внешних сил (нагрузок).
 - в) способность металла, не разрушаясь, изменять форму под действием нагрузки и сохранять измененную форму после того, как нагрузка будет снята.

г) свойство металла, характеризующее способность его подвергаться обработке резанием.

д) способность металла или сплава в расплавленном состоянии заполнять литейную форму.

8. Укажите свойство металлов, противоположное хрупкости.

- а) ударная вязкость
- б) пластичность
- в) относительное удлинение
- г) твердость
- д) прочность.

9. Выносливость металлов — это...

- а) явление разрушения при многократном действии нагрузки
- б) свойство, противоположное усталости металлов
- в) способность металлов и сплавов без разрушения изменять свою форму при обработке давлением.

10. Какое из перечисленных ниже свойств металлов не является механическим?

- а) жидкотекучесть
- б) пластичность
- в) твердость
- г) ударная вязкость.

11. Из указанных свойств металлов выберите те, которые не являются технологическими:

- а) прочность, жидкотекучесть, ударная вязкость
- б) ударная вязкость, выносливость, температура плавления
- в) прокаливаемость, усадка, жидкотекучесть
- г) цвет, температура плавления, усадка.

12. Укажите технологическую пробу, позволяющую определить способность проволоки диаметром до 6 мм принимать заданную форму.

- а) проба на навивание
- б) проба на перегиб
- в) проба на загиб
- г) проба труб на бортование.

13. Укажите вид деформации, на который испытывают валы машин?

- а) сжатие
- б) растяжение
- в) кручение
- г) сдвиг
- д) изгиб.

14. Твердость — это...

- а) способность металла образовывать сварной шов, без трещин.
- б) способность материала сопротивляться внедрению в него, более твердого тела (должны обладать металлорежущие инструменты: резцы, сверла, фрезы).
- в) свойство тел проводить с той или иной скоростью тепло при нагревании.
- г) явление разрушения при многократном действии нагрузки.
- д) уменьшение объема или линейных размеров расплавленного металла или сплава при его охлаждении до комнатной температуры.

15. Назовите свойство металлов, противоположное ударной вязкости.

- а) ударная вязкость
- б) пластичность
- в) хрупкость
- г) твердость
- д) прочность.

16. Усталость материалов — это...

- а) свойство, противоположное выносливости материалов

- б) явление разрушения при многократном действии нагрузки
в) способность металлов и сплавов без разрушения изменять свою форму при обработке давлением.
17. Способность тела поглощать тепловую энергию при нагревании – это?
а) температура плавления;
б) теплопроводность;
в) теплоемкость;
г) плотность.
18. Способность тел проводить тепло при нагревании и охлаждении — это?
а) температура плавления;
б) теплопроводность;
в) теплоемкость;
г) плотность.
19. Укажите свойства металлов и сплавов, не являющиеся физическими.
а) теплопроводность, теплоемкость, плотность;
б) теплоемкость, способность намагничиваться;
в) кислотостойкость, теплостойкость, окалинностойкость;
г) окалинностойкость, жаростойкость, температура плавления.
20. Укажите, какие металлы относятся к цветным.
а) цинк, медь, олово, свинец;
б) железо, марганец, хром;
в) марганец, золото, вольфрам;
г) молибден, ванадий, железо.
21. Укажите, какие металлы относятся к черным.
а) цинк, медь, олово;
б) свинец, железо, хром;
в) марганец, хром, железо;
г) золото, ванадий, вольфрам.
22. Назовите группу сплавов, основу которых составляет железо.
а) черные;
б) цветные;
в) антифрикционные.
23. Микроскопически однородная система, состоящая из двух и более компонентов, это?
а) компонент;
б) элемент;
в) сплав;
г) металл.
24. Железоуглеродистый сплав, в котором углерода более 2,14%?
а) сталь;
б) чугун;
в) дюралюмин;
г) бронза.
25. Базовым называют компонент в сплаве, которого?
а) меньше;
б) больше;
в) равное количество с другими компонентами.
26. В каких агрегатных состояниях могут находиться металлы и сплавы?
а) твердое и жидкое;
б) жидкое и газообразное;
в) твердое и газообразное;
г) плазма.
27. Какой из перечисленных сплавов является высокохромистой жаростойкой сталью с содержанием 0,4% углерода, хрома 1%, молибдена 14%, ванадия 2%, меди 1%?

- а) 60 С2ХА;
- б) ШХ6;
- в) 4ХМ14В2М;
- г) 17ХНГТн.

28. Какой химический элемент, содержащийся в железоуглеродистых сплавах, является вредной примесью?

- а) марганец;
- б) сера;
- в) углерод;
- г) кремний;
- д) молибден.

29. Какой материал не является исходным для получения стали?

- а) передельный чугун;
- б) стальной лом;
- в) ферросплавы;
- г) железная

30. Серебристо белый металл с низкой плотностью, высокой прочностью, коррозионной и химической стойкостью, электропроводностью. Благородный цветной металл.

- а) чугун;
- б) серебро;
- в) ртуть.

31. Тугоплавкий цветной металл, обладающий высокой электропроводностью. В чистом виде имеет красный цвет на изломе. В природе встречается в чистом виде.

- а) вольфрам;
- б) марганец;
- в) медь;
- г) золото.

32. Легирующий элемент- цветной металл, при добавлении которого в сталь до 18 %, делает ее устойчивой к химической коррозии (жаропрочной).

- а) хром;
- б) никель;
- в) ниобий;
- г) титан.

33. Вредная примесь в железоуглеродистых сплавах. Нарушает связь между зёрнами металла. При наличие в стали приводит к охрупчиванию, в чугуне к хлодноломкости.

- а) фосфор;
- б) углерод;
- в) мышьяк;
- г) сера.

34. Какой из перечисленных сплавов имеет название: латунь оловянная с содержанием меди 90%, олова 1%, цинка 8%.

- а) ЛА 85-0,6
- б) ЛО 90- 1
- в) БрО ТиН 6-5-4.

35. Какое из предложенных утверждений не верно.

а) сера и фосфор являются основными легирующими компонентами при производстве сплавов черных металлов;

б) бронзы обладают хорошими литейными и антифрикционными свойствами, высокой прочностью и твердостью, коррозионной стойкостью и хорошо обрабатываются резанием;

в) сплавы на основе алюминия и меди (АЛ7; АЛ12) обладают высокими литейными свойствами, применяют для отливки головок цилиндров маломощных двигателей воздушного охлаждения.

36. Название легирующего химического компонента, индекс при маркировке сплавов цветных металлов – Т?
- а) тантал;
 - б) титан;
 - в) галлий;
 - г) висмут.
37. Укажите индекс ценного легирующего химического элемента, при введении которого в сплаве улучшаются прочность, пластичность и коррозионная стойкость.
- а) С;
 - б) Мц;
 - в) Н;
 - г) Кр.
38. Самый легкий и распространенный цветной металл в природе. При маркировке стали, имеет индекс — Ю.
- а) ванадий;
 - б) свинец;
 - в) серебро;
 - г) алюминий.
39. Вредная примесь сплавов черных металлов. Чугун делает красноломким.
- а) сера;
 - б) фосфор;
 - в) бор.
40. Дорогой, редкий и дефицитный цветной металл. Является легирующим компонентом в цветных и черных металлах. Повышает твердость.
- а) вольфрам;
 - б) висмут;
 - в) селен.
41. Укажите легирующий элемент, повышающий твердость стали, но делает ее чувствительной к перегреву. При содержании более 1% делает сплав износоустойчивым.
- а) мышьяк;
 - б) цинк;
 - в) марганец;
 - г) свинец.
42. Название легирующего элемента стали, улучшающего литейные свойства, твердость, кислотоупорность данного сплава.
- а) кремний;
 - б) никель;
 - в) бор.
43. Основной компонент стали, содержащийся в пределах, не превышающих 2,14 %.
- а) водород;
 - б) углерод;
 - в) железо;
 - г) марганец.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.2)

Основная литература

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.

2. Металлы : учебное пособие / Т. А. Донская, М. А. Варданян [и др.]. - Братск : БрГУ, 2008. – 65 с.

Дополнительная литература

- 1.
2. Коровин Н.В. Общая химия: Учебник вузов/Н.В. Коровин. – изд. 9-е., испр., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 557 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные свойства металлов. Объясните их природу на основе электронного строения металлов.
2. Какое строение имеют металлы? Чем отличаются кристаллические вещества от аморфных?
3. Дайте определение кристаллической решетке и кристаллической ячейки. Назовите известные вам типы кристаллических решеток.
4. Что такое анизотропия? Чем объясняется анизотропия кристаллов?
5. Что такое степень переохлаждения? Как она зависит от скорости охлаждения при кристаллизации металлов?
6. Дайте определение следующим понятиям: компонент, фаза, структура.
7. Назовите типы сплавов и условия их образования.
8. Какие методы упрочнения сплавов вам известны? Охарактеризуйте их.
9. Что такое перекристаллизация? Как меняются структура и свойства сплавов при перекристаллизации?
10. Что такое наклеп? Как меняются структура и свойства металлов при наклепе?
11. Что называется рекристаллизацией? Как определяется температура рекристаллизации?
12. Какая пластическая деформация называется холодной (горячей)? Какая деформация сопровождается упрочнением?
13. Назовите основные операции термической обработки сталей.
14. Что такое отжиг? закалка? отпуск? Укажите их назначение.
15. Что такое закаливаемость и прокаливаемость? Как они зависят от состава сталей?

Практическое занятие № 5. Неметаллические материалы (дискуссия)

Цель работы: закрепление знаний о неметаллических материалах, их свойствах и областях применения.

Задание: При подготовке к дискуссии «Неметаллические материалы» повторить следующий теоретический материал с использованием литературы [1] из п.7 и составить конспект:

1. Дайте общую характеристику полимерных материалов и пластмасс?
2. Приведите классификацию полимеров и пластмасс на термопластичные и терморезистивные.
3. Приведите состав и свойства пластмасс. Приведите примеры.
4. Приведите состав и свойства резиновых материалов и клеев, смазочных масел и смазок.
5. Укажите состав лакокрасочных материалов, свойства и области применения.
6. Древесные материалы: свойства и применение.
7. Прокладочные, уплотнительные и изоляционные материалы. Приведите примеры.
8. Углеродсодержащие материалы: области применения и свойства.

Порядок выполнения: Рекомендуется провести устное обсуждение вопросов, предложенных в задании. В начале занятия особое внимание следует уделить классификации неметаллических материалов и областям их применения. Необходимо указать, что к неметаллическим материалам относят пластмассы, древесину, клеи, резиновые, лакокрасочные, прокладочные, уплотнительные и изоляционные материалы.

Важно обратить внимание на следующие ключевые моменты.

Пластические массы (пластмассы) – неметаллические композиционные материалы на основе полимеров (смол), способные под влиянием нагревания и давления формироваться в изделия и устойчиво сохранять в результате охлаждения или отверждения приданную им форму.

Для пластмасс характерны малая плотность, высокая устойчивость против коррозии, в большинстве случаев, низкий коэффициент трения, высокие электроизоляционные, теплоизоляционные и демпфирующие свойства, декоративность. Их недостатки - низкие теплостойкость и теплопроводность, гигроскопичность, склонность к старению и снижению прочностных свойств под воздействием температуры; времени и различных сред. Основу пластмасс составляют полимеры, от типа и количества которых зависят физические, механические и технологические свойства пластмасс.

Полимеры - это высокомолекулярные соединения (рис. 5.1), имеющие линейную (а), разветвленную (б) или пространственную (в) структуру. Молекула полимера - это длинная цепь, состоящая из отдельных звеньев (рис. 5.2), однотипных по химическому составу и строению (гомополимер) или разнотипных (сополимер). Полимер, у которого макромолекулы состоят из разнородных относительно крупных звеньев (осколков макромолекул), называют блок-сополимером. Если к макромолекулам прививаются «боковые» отростки макромолекул другого вещества, то получают привитые сополимеры. Создавая привитые сополимеры, можно получать материалы с новыми, заранее заданными свойствами.

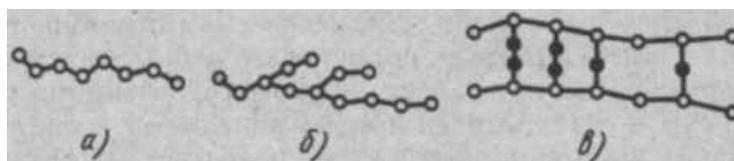


Рис. 5.1. Структура полимеров:

а - линейная, б - разветвленная, в - пространственная

Полимеры могут находиться в аморфном и кристаллическом состояниях. При переходе полимера из аморфного в кристаллическое состояние существенно меняются его физико-механические свойства, повышается прочность и теплостойкость. Под действием теплоты аморфные полимеры переходят из твердого (стеклообразного) состояния в высокоэластичное и вязкотекучее состояние.

Линейные и разветвленные полимеры служат основой термопластичных пластмасс (термопластов). Макромолекулы линейных полимеров представляют собой цепи, имеющие длину, в сотни и тысячи раз превышающую размеры поперечного сечения. При разветвленной структуре полимера макромолекулы имеют боковые ответвления, длина и число которых могут быть различными.



Рис. 5.2. Схема строения полимеров:
А и В – звенья различных макромолекул

Полимеры, способные образовывать *пространственные структуры*, служат основой термореактивных пластмасс (реактопластов). Пространственные структуры получают из отдельных линейных цепей полимеров в результате возникновения поперечных связей. При этом полимер становится полностью неплавким и нерастворимым. При редких связях возможно некоторое набухание под воздействием растворителя и незначительное размягчение при нагреве.

Полимеры с течением времени могут значительно изменять свои свойства и стареть. При этом снижается механическая прочность, уменьшается эластичность, повышается хрупкость. Старение полимеров происходит в результате физико-химических процессов, в основном деструкции - разрыва химических связей в основной цепи макромолекул. Деструкцию полимеров вызывает нагрев, воздействие окислительных реагентов, облучение и т. д.

Механическая деструкция происходит при истирании и разрыве полимерных материалов. Термическая деструкция зависит от структуры полимера и приводит к его распаду на исходные мономеры. Химическая деструкция возникает под влиянием кислорода воздуха и может ускоряться под действием света.

Для замедления процесса старения в пластмассы добавляют различные стабилизаторы - органические вещества, которые уменьшают действие того или иного фактора. Например, амины предохраняют полимеры от окисления; сажа, поглощая свет, служит светостабилизатором и т. д.

Классификация пластмасс. В зависимости от вида связей между молекулами полимеров и их поведения при повышенных температурах пластмассы разделяют на термопластичные (термопласты) и термореактивные (реактопласты).

Термопласты получают на основе полимеров, молекулы которых связаны слабыми межмолекулярными силами. Наличие таких межмолекулярных связей позволяет полимеру много раз размягчаться при нагревании и твердеть при охлаждении, не теряя свои первоначальные свойства. К термопластам относят полиэтилен, капрон, полиамиды, поливинилхлорид, винипласты, фторопласты, органическое стекло и др.

Реактопласты получают на основе полимеров, молекулы которых наряду с межмолекулярными силами могут связываться химически. Возникновение прочных химических связей в полимерах происходит при нагревании или при введении отверждающих добавок - отвердителей.

Отвердителями называют вещества, которые в количестве нескольких процентов вводят в реактопласты для соединения полимерных молекул химическими связями. В результате введения отвердителя образуется пространственная молекулярная сетка, а молекулы отвердителя становятся частями этой сетки. При возникновении химических связей полимер превращается в жесткое неплавящееся и нерастворимое вещество. Примером реактопластов могут служить эпоксидные и полиэфирные смолы, фенопласты и другие полимеры.

Пластмассы разделяют на *пластики* и *эластики*. Первые называют жесткими, они имеют незначительное относительное удлинение, вторые - мягкими, они имеют большое относительное удлинение и малую упругость.

По составу пластмассы разделяют на две группы - ненаполненные и наполненные (композиционные). *Ненаполненные пластмассы* – это полимеры в чистом виде, например полиэтилен, полиамид, органическое стекло и др. *Наполненные пластмассы* – это сложные композиции, содержащие кроме полимера различные добавки. Добавки позволяют изменять свойства полимера в нужном направлении. К добавкам относят наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, катализаторы, красители, отвердители и специальные добавки. *Наполнители* упрочняют материал, удешевляют его и придают ему специальные свойства, например повышают теплостойкость, уменьшают усадку и т. д. В качестве наполнителей используют органические (древесная мука, целлюлоза, хлопковые

очесы, хлопчатобумажная ткань, древесный шпон, бумага и т. д.) и неорганические (графит, тальк, асбест, кварц, слюда, стекловолокно, стеклоткань и др.) вещества. В пластмассе может содержаться до 70% наполнителей.

Пластификаторы облегчают переработку пластмасс и делают их более эластичными. Кроме того, пластификаторы увеличивают гибкость, уменьшают хрупкость и улучшают формуемость пластмасс. Пластификаторы уменьшают межмолекулярное взаимодействие и хорошо совмещаются с полимерами. В качестве пластификаторов используют эфиры, дибутилфталат, касторовое масло и др. Их добавляют в пластмассы в количестве 10-20%.

Стабилизаторы - различные органические вещества, способствуют предотвращению старения пластмасс и сохранению их полезных характеристик.

Отвердители ускоряют процессы отверждения смол и получения пластмасс.

Катализаторы – вещества (известь, магнезия и др.), ускоряющие отверждение пластмасс.

Красители - вещества (сурик, мумия, нигрозин и др.), придающие пластмассам требуемый цвет.

Специальные добавки - вещества, которые служат для изменения или усиления какого-либо свойства. К ним относят смазывающие вещества (стеарин, олеиновая кислота и др.), которые увеличивают текучесть, уменьшают трение между частицами композиций и устраняют прилипание к пресс-формам, вещества для уменьшения статических электрических зарядов, уменьшения горючести, защиты от плесени и т. д.

Резиновые материалы. Резина - продукт химического превращения (вулканизации) синтетического и натурального каучуков. Взаимодействуя с вулканизирующими веществами, каучуки претерпевают внутренние химические изменения, в результате которых образуется резина. Резина обладает высокой эластичностью, что позволяет изделиям из нее выдерживать значительные деформации. Эластичность сочетается с высоким сопротивлением разрыву, истиранием, способностью поглощать колебания, газо- и водонепроницаемостью, химической стойкостью и ценными диэлектрическими свойствами.

Резина - это смесь различных компонентов. Свойства резиновых изделий определяются их различным соотношением. К составляющим резиновых смесей относятся каучук, вулканизирующие вещества, ускорители вулканизации, активаторы, ускорители, наполнители, противостарители, смягчители и красители.

Основой резиновых смесей служит натуральный или искусственный каучук. Каучук подвергают вулканизации - горячей или холодной для придания материалу требуемой прочности, упругости и т. д. В качестве вулканизирующего вещества в каучук вводят 2-3% серы. Так как вулканизация - длительный процесс, то для его ускорения вводят 0,5-1,5% ускорителей вулканизации (окись магния, окись цинка и др.). В качестве активаторов ускорителя применяют цинковые белила и магнезию. Для придания необходимых физико-механических свойств резиновым изделиям в композицию вводят наполнители. Наполнители делят на порошкообразные и ткани. К порошкообразным наполнителям относят сажу, каолин, углекислый марганец, мел, тальк, сернокислый барий и др. Тканевыми силовыми наполнителями служат корд и рукавные ткани. При окислении каучука резины стареют, теряют эластичность, становятся хрупкими, т. е. при старении необратимо изменяются физико-механические свойства. Поэтому в состав резиновых смесей вводят противостарители: вазелин, воск, парафин, ароматические амины и др. Для облегчения совмещения каучука с порошкообразным наполнителем и придания необходимой мягкости добавляют смягчители: стеариновую и олеиновую кислоты, канифоль, парафин, сосновую смолу. Красители - охра, ультрамарин и пр. вводят в количестве до 10% массы каучука.

При изготовлении резины и изделий из нее вначале получают сырую резину, представляющую собой смесь каучука с наполнителями и вулканизирующими веществами. Затем сырую резину вулканизируют, нагревая до 145-150°C. Горячую вулканизацию производят в специальных котлах в атмосфере насыщенного водяного пара при небольших давлениях либо в горячей воде или в горячем воздухе. При вулканизации

каучук вступает в химическое взаимодействие с вулканизирующими веществами и образуется эластичная резина. В зависимости от вида каучука и количества и вида наполнителей получают изделия с самыми различными свойствами.

Существуют резины кислотостойкие, маслостойкие, теплостойкие и др. Свойства вулканизованных резин определяются характеристикой каучуков.

Резины из СКБ (синтетического бутадиенового каучука) имеют удовлетворительную механическую прочность и морозостойкость, ограниченную теплостойкость, сравнительно малую эластичность, легкую окисляемость, ограниченную химическую стойкость и газонепроницаемость. Резина применяется для изготовления почти всех видов резиновых деталей, особенно для изготовления автомобильных шин.

Нейритовые резины обладают высокой прочностью, теплостойкостью до 110-120°C, малой набухаемостью в бензинах и маслах, достаточной атмосферной стойкостью и химической устойчивостью. Они применяются преимущественно для изготовления маслоупорных и бензоупорных, а также термостойких изделий: спецодежды, обкладки для химической аппаратуры и валов, транспортных лент, оболочки азростатов, противогазных шлемов, оболочки электрических кабелей, различных клеев и заменителей кожи.

Полисульфидные резины имеют невысокую прочность, морозостойкость и теплостойкость, повышенную бензо- и маслостойкость, высокую газонепроницаемость и применяются для изготовления шлангов, труб, рукавов, прокладок для бензина, масла и бензола.

Изопреновые резины обладают высокой прочностью при растяжении и при истирании, эластичностью и морозостойкостью, ограниченной теплостойкостью (80-100°C), повышенной окисляемостью, набухаемостью в бензинах и маслах, ограниченной химической стойкостью и газонепроницаемостью, пригодны для изготовления изделий общего назначения.

Из резины изготавливают ремни, ленты, рукава, сальники, манжеты, прокладки, шины, детали электрооборудования, предметы массового потребления и многое другое.

При содержании в сырой резине более 25% вулканизирующих веществ после ее вулканизации получается *эбонит* (твердая резина). Эбонит обладает высокой химической стойкостью, хорошими диэлектрическими свойствами, легко обрабатывается, но имеет низкую теплостойкость. Применяют для производства деталей слаботочной аппаратуры, в химическом машиностроении и т. д.

Клеи. Они предназначены для создания из различных материалов неразъемных соединений требуемой прочности. В общем виде такие соединения состоят из склеиваемых материалов и клеевого слоя между ними. Процесс склеивания основан на сцеплении клея с поверхностью материалов. Способ склеивания упрощает и ускоряет технологический процесс изготовления изделий.

Важным свойством клеевых соединений на основе синтетических клеев является их атмосферная стойкость, способность противостоять коррозионным воздействиям и гниению. К числу преимуществ клеевых соединений можно также отнести: исключение изготовления отверстий под болты или заклепки, ослабляющие скрепляемые элементы; более равномерное распределение напряжений в соединениях; ровная поверхность клеевых деталей; относительно низкая стоимость производства клеевых деталей при массовом производстве. В то же время клеи не свободны от недостатков. Клеевые соединения обладают низкой прочностью при неравномерном отрыве; большинство клеев имеет также относительно низкую теплостойкость (до 350°C) вследствие органической природы основных компонентов клея.

Синтетические клеи широко применяют для склеивания разнообразных материалов в автомобильной, авиационной, судостроительной, электро- и радиотехнической, химической, деревообрабатывающей, обувной, полиграфической промышленности и других отраслях народного хозяйства. Это дает большой технический и экономический эффект, позволяет совершенствовать изготовление элементов различных конструкций и изделий. Клеи представляют собой композиции в основном на основе полимеров.

Прочность клеевого соединения существенно зависит от температуры. При этом большое влияние оказывает вид клея и характер напряженного состояния. Теплостойкость клеев такова: эпоксидный – 60-350°C, фенолоформальдегидный – 60-100°C, фенолополивинил-ацетатный (БФ) 200-350°C, полиимидный – 300-375°C.

Виды лакокрасочных материалов. Лакокрасочные покрытия применяют для защиты металлических и неметаллических изделий и конструкций от разрушающего воздействия (коррозии и гниения) внешней среды, а также для электроизоляции и декоративной отделки поверхностей. Лакокрасочные покрытия в большинстве случаев дешевле и часто более долговечны, чем другие виды защитных покрытий. Лакокрасочные покрытия (рис. 54) образуются на поверхности металла, дерева, стекла и т. п. в результате нанесения на них жидких лакокрасочных материалов и последующего их отверждения (высыхания). Образующаяся пленка характеризуется хорошей адгезией (сцепляемостью) с окрашиваемой поверхностью, механической прочностью, эластичностью и стойкостью против действия внешней среды (воды, газа и т. д.).

Различают три основных вида лакокрасочных материалов: масляные краски, лаки, эмали.

Масляные краски представляют собой суспензии, приготовленные тщательным растиранием минеральных или органических *пигментов* в маслах, которые служат пленкообразователями. Пигменты придают краске соответствующую расцветку. Ими являются окись цинка, свинцовые белила, охра и т. д. Растительные масла варят с добавкой *сиккативов* окислов кобальта, марганца и др. Полученное масло называют *олифой*. Вещества, применяемые для ускорения процесса сушки, называют *сиккативами*. В состав масляной краски входят *наполнители* (тальк, каолин) для повышения прочности и стойкости слоя краски. Высохшая масляная краска в условиях переменной влажности хорошо защищает металл от коррозии, так как даже проникшая на некоторую глубину влага в процессе высыхания пленки удаляется.

Лаки - это растворы естественных или синтетических смол в различных растворителях. После нанесения лака на поверхность *растворитель* улетучивается и на ней образуется прочная пленка. По типу растворителей различают спиртовые и масляные лаки. Первые представляют собой раствор смолы в спирте, вторые - в олифе. Преимущества лаков по сравнению с красками заключаются в образовании блестящей поверхности и в ускорении процесса сушки. Пленки лаков, изготовленных на основе искусственных смол, выдерживают высокие температуры, а также воздействие щелочи и кислоты. Недостатком многих лаков является слабая адгезия к металлам и хрупкость защитной пленки.

Эмалевые краски (или эмали) – это растворы лаков в органических растворителях с добавкой пигментов. Подобно лакам эмали дают блестящие пленки и могут образовывать теплостойкие и коррозионностойкие покрытия. Эмалевые краски дешевле лаков. В зависимости от связующего вещества различают следующие виды эмалевых красок: масляные (на масляных лаках), глифталевые (на глифталевых лаках) и нитроэмали (на нитроцеллюлозных лаках). Нитроэмали представляют собой быстросохнущие материалы, твердеющие уже через несколько минут после нанесения их на поверхность. Недостаток нитропокрытий - легкая воспламеняемость, невысокие теплостойкость и стойкость к действию ультрафиолетовых лучей.

В последнее время в машиностроении широко применяют лакокрасочные материалы на основе синтетических смол – *синтетические эмали*, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с нитроэмалями: отличаются высокими декоративными качествами, эластичностью, твердостью и атмосферной стойкостью.

Древесину используют в качестве конструкционного материала в различных отраслях промышленности (автомобильной, мебельной, сельскохозяйственном машиностроении и др.). Достоинствами древесины является высокая удельная прочность, хорошее сопротивление ударным и вибрационным нагрузкам, малая теплопроводность и низкий температурный коэффициент линейного расширения (в 2-3 раза меньше, чем у стали). Древесина стойка к кислотам, солям, маслам. К недостаткам древесины относятся:

гигроскопичность, что является причиной нарушения стабильности формы изделий; отсутствие огнестойкости; анизотропия механических свойств. Механические свойства древесины зависят от ее влажности и направления волокон. Для сравнения свойств древесины установлена стандартная влажность, равная 15%.

Наиболее распространенные породы древесины имеют следующие значения предела прочности (МПа) при статическом изгибе вдоль волокон: клен - 105, лиственница - 98, береза - 96, бук - 95, сосна - 76, ель - 72. Натуральную древесину применяют в виде пиломатериалов. В зависимости от размеров поперечного сечения различают брусья (более 100x100 мм); бруски (шириной не более двойной толщины); доски (при ширине более двойной толщины). Пиломатериалы хвойных пород применяют более широко, так как они имеют большую прочность и меньше подвержены гниению. Хвойные и твердые лиственные породы (дуб, ясень) применяют для силовых деталей.

Фанера - это древесный слоистый материал, получаемый путем склеивания по толщине трех и более слоев лущеного шпона при взаимно перпендикулярном расположении волокон древесины. Лущеным шпоном называют тонкий лист древесины (0,3-3 мм), получающийся в результате срезания слоя с вращающейся деревянной чурки. Для склеивания шпона применяют различные виды клеев - фенолоформальдегидные, карбамидные и др. Вид клея влияет на водостойкость и прочность фанеры. Наиболее прочной и водостойкой является бакелизованная фанера, приготовленная из березового шпона и склеенная фенолоформальдегидным клеем. Березовая фанера имеет вдоль волокон прочность $\sigma_b=65-80$ МПа.

Прессованная древесина получается при прессовании в металлических формах брусков и досок, предварительно распаренных водяными парами до температуры 100-105°C либо нагретых горячими газами. Для фиксации полученной формы древесину нагревают под давлением до температуры 100-120° и получения 5-8% влажности. Прессованная древесина является заменителем цветных металлов и пластмасс для изготовления деталей машин, работающих при ударных нагрузках (кулачки, втулки, подшипники и т. п.).

Древесностружечные плиты изготавливают горячим прессованием древесной стружки со связующим составом. Плиты выпускают однослойными, трехслойными и облицованными фанерой или бумагой. Древесностружечные плиты применяют в строительстве, при производстве мебели и т.п.

Древесноволокнистые плиты изготавливают из размельченной древесины с добавками связующих составов. Под действием температуры и давления древесные волокна спрессовываются в равнопрочный материал. Древесноволокнистые плиты применяют в строительстве, для отделки автобусов, вагонов и т. д.

Прокладочные, уплотнительные и изоляционные материалы. Для придания плотности и герметичности соединениям деталей машин (трубы, различные соединения и др.) и устранения возможного просачивания жидкости и прорыва газов используют прокладочные и уплотнительные материалы. Изоляционные материалы - это органические и неорганические вещества, обладающие огнестойкостью и малой тепло- и электропроводностью. Они применяются для изоляции находящихся под током деталей машин и электропроводов. Наибольшее распространение получили следующие прокладочные и изоляционные материалы.

Бумага - листовая материал, изготовленный из растительных волокон и целлюлозы. Целлюлоза - растительные волокна, очищенные от смол и других компонентов. Картон - специально обработанная толстая бумага толщиной 0,25-3 мм. В зависимости от способа обработки он приобретает масло- и бензостойкость, электро- и термоизоляционность. Бумагу и картон применяют как прокладочный и изоляционный материал.

Фибра - разновидность бумажного материала, изготавливают ее из бумаги, пропитанной раствором хлористого цинка. Отличается высокой прочностью и хорошо поддается механической обработке, масло- и бензостойка. Недостаток фибры - значительная гигроскопичность (влагопоглощаемость), поэтому при увлажнении она деформируется. Фибры применяются для изготовления шайб, прокладок и втулок.

Асбест - естественный волокнистый белый минерал, состоящий из кремнезема и небольших количеств окиси железа и окиси кальция. Для него характерны высокая огнестойкость, а также малая тепло- и электропроводность, выдерживает температуру до 500°C. Из асбеста делают волокно, нити, шнуры, ткани с примесью хлопка и чисто асбестовые ткани, листовые и прокладочные асбестовые материалы, асбестовую бумагу, картон.

Паронит - листовой материал из асбеста, каучука и наполнителей. Применяют для уплотнения водяных и паровых магистралей (при давлении до 5,0 МПа и при температуре до 450°C), а также для уплотнения трубопроводов и арматуры для нефтепродуктов: бензина, керосина, масла.

Войлок - листовой пористый материал, изготовленный из волокон шерсти. Воздушные поры в нем составляют не менее 75% объема. Он обладает высокими тепло- и звукоизолирующими, а также амортизирующими свойствами. Войлок используют для набивки сальниковых уплотнений и изготовления прокладок.

Минеральная вата - продукт переработки металлургических или топливных шлаков. Служит для изоляции поверхностей с низкими и высокими температурами нагрева. Применяются в качестве изоляционного материала также плиты на основе минеральной ваты, проклеенной фенольной смолой или битумной эмульсией.

Изоляционная прорезиненная лента представляет собой суровую тонкую хлопчатобумажную ткань (миткаль), пропитанную с одной или двух сторон липкой сырой резиновой смесью.

Липкая изоляционная лента - это пленочный пластик, покрытый слоем перхлорвинилового клея. Толщина ленты 0,20-0,45 мм, ширина 15-50 мм. Изоляционные ленты выпускаются различных цветов.

Графитоугольные материалы. Графит - кристаллическая модификация углерода. Плотность графита 2210-2260 кг/м³; прочность при сжатии $\sigma_v=16-30$ МПа. Графит обладает рядом уникальных свойств: кислотоупорен, не растворяется в органических растворителях, обладает низким коэффициентом трения и высокой электропроводностью, хорошо обрабатывается резанием. На основе графита получают графитоуглеродные материалы, из которых изготавливают скользящие электроконтакты, плавильные тигли, литейные формы, подшипниковые материалы и т. д.

Углеграфитовые антифрикционные материалы предназначены для работы без смазки в качестве подшипниковых опор, уплотнительных устройств и других трущихся деталей в интервале температур от -200 до +2000°C при скоростях скольжения до 100 м/с и в агрессивных средах. К ним относятся: графитопластовые антифрикционные материалы на эпоксидно-кремнийорганическом связующем марок АМС-1, АМС-3, АМС-5; графитопластовые материалы на основе фторопласта-4 марок АФГМ, АФГ-80ВС, 7В-2А; антифрикционные графитизированные материалы марок НИГРАН и НИГРАН-В и др.

Углеграфитовые материалы с увеличенной механической прочностью при повышенных температурах: графит для электроэрозионной обработки выпускают в виде брусков марок ЭЭГ и ЭЭПГ; графит марок МГ, ГМЗ, ППГ применяют для изготовления тиглей, оснастки вакуумных печей, нагревателей, защитных чехлов термопар, антикоррозионных и термостойких труб и др.; силицированный графит СГ-М, СГ-Т, СГ-П используют для изготовления электронагревателей, работающих в окислительных газовых средах; боросилицированный графит БСТ-ЗС предназначен для изготовления жаростойкой литейной оснастки; графит для изготовления химической аппаратуры марок АТМ-1 и АТМ-1Т, работающий при температуре от -18 до +150°C.

Далее рекомендуется закрепить теоретический материал путем решения тестовых заданий:

Задание 1. *Вместо многоточия вписать ответ.*

1. Основа любой пластмассы – это ... , связывает компоненты пластмассы в монолитное целое, придает ей главные свойства.
2. ... – это материалы, применяемые для выравнивания окрашиваемой поверхности. Не улучшают механические качества лакового покрытия, при значительной толщине снижают его прочность.
3. ... - это крестообразные заплатки из прорезиненного корда. Применяются для усиления поврежденных участков при ремонте сквозных повреждений покрышек.
4. ... - это композиции на основе полимеров, обеспечивающие герметизацию (непроницаемость). Имеют высокую адгезию к металлам, дереву, бетону и являющиеся маслостойкими.
5. ... - это пленкообразующие материалы, которые после нанесения на обрабатываемую поверхность образуют связанные с этой поверхностью пленки.
6. ... - это светопрозрачный материал в виде листового материала – термопластичный полимер.
7. ... - это продукт химического превращения (вулканизации) каучуков.
8. ... - это материалы с замкнутой пористой структурой. Газообразный наполнитель, находящийся в ячейках, изолирован от атмосферы.
9. ... - это свойство полимеров – самопроизвольное и необратимое изменение свойств, вследствие разрушения связей в цепях макромолекул. Развивается в результате действия кислорода, озона, кислорода воздуха.
10. ... - это свойство лакокрасочных материалов—прочность прилипания пленки к поверхности, определяется в баллах по отслаиванию и шелушению лакокрасочной пленки.

Задание 2. *Определить, верны ли следующие утверждения, ответив «верно» или «неверно»*

1. Покрытия из неорганических материалов наносят на поверхности с целью защиты поверхности металлов от коррозии, снижения коэффициента трения, повышения жаро- и износостойкости.
2. Эпоксидные композиции используют для защиты сталей и цветных сплавов в автотракторной технике.
3. Покрытия из резиновых материалов используют для защиты стальных изделий от коррозии и абразивного изнашивания.
4. Характерной особенностью пластмасс является то, что в зависимости от используемых для их производства компонентов, соотношения этих компонентов и технологического режима можно получать материалы с ярко выраженными свойствами.
5. На интенсивность протекания процесса старения пластмассовых деталей: свет, теплота, влага и кислород, не оказывают особого влияния.
6. К наиболее характерным достоинствам клеевых соединений относятся: устойчивость к старению, хорошая температурная стойкость и механическая прочность.
7. Эпоксидная смола и отвердитель токсичны, поэтому обращение с клеем требует соблюдения мер предосторожности.
8. Нанесение лакокрасочных материалов не требует обязательной подготовки окрашиваемой поверхности.
9. В результате применения шин новых типов, современных высококачественных резин и тканей удалось повысить важные эксплуатационные качества автомобилей: проходимость, грузоподъемность, топливную экономичность, скорость и безопасность движения.
10. Высоким качеством отличается эпоксидный клей, применяемый для склеивания металла, пластмасс, стекла и других твердых материалов в разных сочетаниях.

Задание 3. *Выбрать единственный правильный ответ.*

1. Листовой материал, изготовленный из растительных волокон и целлюлозы. Применяют как электроизоляционный, прокладочный и уплотнительный материал.

- а) фибра;
- б) бумага;
- в) картон;
- г) слюда.

2.Материал, применяемый для изготовления шайб, прокладок и втулок. Разновидность бумажного материала, пропитанного раствором хлористого цинка. Отличается высокой прочностью. Масло и бензостоек.

- а) фибра;
- б) бумага;
- в) картон;
- г) слюда.

3.Пленочный пластик, покрытый слоем перхлорвинилового клея. Его выпускают различных размеров и цветов.

- а) слюда;
- б) изоляционная прорезиненная лента;
- в) липкая изоляционная лента.

4.Листовой пористый материал, изготовленный из волокон шерсти. Воздушные поры в нем составляют не менее 75 % объема. Он обладает высокими теплоизоляционными, звукоизолирующими, а также амортизирующими свойствами. Используют для набивки сальниковых уплотнений им изготовления прокладок.

- а) минеральная вата;
- б) паронит;
- в) войлок.

5.Материал, предназначенный для герметизации неподвижных соединений, деталей и сборочных единиц (работающих в водяных, пароводяных, кислотно-щелочных и масляно-бензиновых средах.

- а) уплотняющая жидкая прокладка ГИПК- 244;
- б) уплотняющая замазка У-20А;
- в) герметик Эластосил 137-53.

6.Продукт переработки металлургических или топочных шлаков, служит для изоляции поверхностей с низкими и высокими температурами нагрева.

- а) дермантин;
- б) минеральная вата;
- в) паронит;
- г) войлок.

7.Материал, предназначенный для создания различных неразъемных соединений требуемой прочности.

- а) клеи;
- б) автобитум;
- в) герметик.

8.Название клея, представляющего собой продукт полимеризации винилацетата. Обладает хорошими пленкообразующими свойствами. Растворим во многих растворителях. Основное применение — склеивание бумаги, ткани, кожи, керамики, дерева.

- а) казеиновый;
- б) ПВА;
- в) синтетический.

9.Листовой материал из асбеста, каучука и наполнителей. Применяют для уплотнения водяных и паровых магистралей, а также для уплотнения трубопроводов и арматуры для нефтепродуктов: бензина, керосина, масла.

- а) войлок;
- б) дермантин;
- в) паронит.

10.Материал, представляющий собой тугоплавкий слоистый минерал. Обладает высокими электроизоляционными свойствами и применяется как диэлектрик в конденсаторах, электрогенераторах, стартерах.

- а) прессшпон;
- б) фибра;
- в) слюда;
- г) бумага.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.2)

Основная литература

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте структуру полимеров.
2. Перечислите виды пластмасс. Охарактеризуйте свойства пластмасс. Назовите область их применения.
3. Назовите особенности эластомеров.
4. Способы получения резины.
5. В чем заключается процесс вулканизации?
6. Какие существуют виды изнашивания резин?
7. Охарактеризуйте структуру древесины.
8. Укажите влияние влажности на свойства древесины.

Практическое занятие № 6. Композиционные материалы (дискуссия)

Цель работы: закрепление знаний о композиционных материалах, их свойствах и областях применения.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить следующий теоретический материал с использованием литературы [1] из п.7 и составить конспект:

1. Композиционные материалы: принципы получения.
2. Требования к матрицам и упрочнителям.
3. Основные виды композиционных материалов: стеклопластики, углепластики, боропластики, керметы, твердые сплавы и другие.
4. Техника безопасности и охрана окружающей среды при изготовлении деталей из композиционных материалов. Области применения материалов.
5. Керамические материалы. Получение и состав керамических материалов, их преимущества и недостатки. Способы борьбы с хрупкостью. Области использования керамических материалов.

Порядок выполнения: При проведении дискуссии используется организационная методика «вопрос-ответ». Это разновидность простого собеседования, в котором принимают участие все участники дискуссии: одни отвечают на поставленные вопросы, другие – дополняют или уточняют их ответ, третьи – приводят примеры и т.д. Применяется определенная форма постановки вопросов для собеседования с участниками дискуссии-диалога, позволяющая организовать развернутое обсуждение.

Важно обратить внимание на следующие ключевые моменты.

Композиционные материалы □ это искусственные материалы, получаемые сочетанием компонентов с различными свойствами. Одним из компонентов является матрица (основа), другим – упрочнители (волокна, частицы). В качестве матриц используют полимерные, металлические, керамические и углеродные материалы (рис. 6.1).

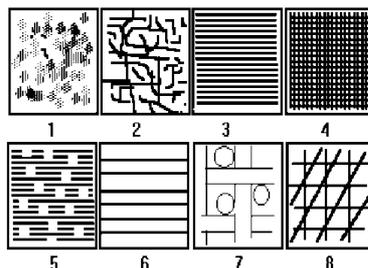


Рис. 6.1. Структуры композиционных материалов: 1- хаотичные частицы, 2- хаотичные волокна, 3- непрерывные однонаправленные волокна, 4- сетки (ткани), 5- дискретные волокна, 6- фольги, 7- ортогональные непрерывные волокна, 8- двумерные волокна

Упрочнителями служат волокна - стеклянные, борные, углеродные, органические, нитевидные кристаллы (карбидов, боридов, нитридов и др.) и металлические проволоки, обладающие высокой прочностью и жесткостью.

При составлении композиции эффективно используются индивидуальные свойства составляющих композиций. Свойства композиционных материалов зависят от состава компонентов, количественного соотношения и прочности связи между ними. Комбинируя объемное содержание компонентов, можно, в зависимости от назначения, получать материалы с требуемыми значениями прочности, жаропрочности, модуля упругости или получать композиции с необходимыми специальными свойствами, например магнитными и т. п.

Содержание упрочнителя в композиционных материалах составляет 20-80% по объему. Свойства матрицы определяют прочность композиционного материала при сжатии и сдвиге. Свойства упрочнителя определяют прочность и жесткость композиционного материала.

Композиционные материалы имеют высокую прочность, жесткость, жаропрочность и термическую стабильность. Так, для карбоволокнитов $\sigma_b=650-1700$ МПа, а для борволокнитов $\sigma_b=900-1750$ МПа. Плотность композиционных материалов 1,35-4,8 г/см³. Композиционные материалы являются весьма перспективными конструкционными материалами для многих отраслей машиностроения.

Карбоволокниты (углепласты) – это композиции из полимерной матрицы и упрочнителей в виде углеродных волокон. Для полимерной матрицы используются полиимиды, эпоксидные и фенолоформальдегидные смолы. Карбоволокниты КМУ-2 и КМУ-2л на основе полиимидов можно применять при температуре до 300°С. Они водо- и химостойки. Карбостекловолокниты содержат наряду с угольными стеклянные волокна, что удешевляет материал. Карбоволокниты используют в химической, судостроительной и авиационной промышленности.

При обработке обычных полимерных карбоволокнитов в инертной или восстановительной атмосфере получают графитированные карбоволокниты или карбоволокниты на углеродной матрице. Так, карбоволокнит на углеродной матрице типа КУП-ВМ по прочности и ударной вязкости в 5-10 раз превосходит специальные графиты. При нагреве в инертной атмосфере он сохраняет прочность до 2200°С. Карбоволокниты с углеродной матрицей широко применяют при изготовлении химической аппаратуры.

Бороволокниты - это композиции из полимерного связующего и упрочнителя – борных волокон. Для получения борволокнитов применяют модифицированные эпоксидные и полиимидные связующие. Бороволокниты имеют высокую прочность при сжатии, сдвиге, высокую твердость, тепло- и электропроводность. Бороволокниты водо- и

химостойки. Изделия из бороволокнитов применяют в космической и авиационной технике (лопатки и роторы компрессоров, лопасти винтов вертолетов и т. д.).

Органоволокниты - это композиции из полимерного связующего и упрочнителей из синтетических волокон. Упрочнителями служат эластичные волокна лавсан, капрон, нитрон и др. Связующими служат полиимиды, эпоксидные и фенолоформальдегидные смолы. Органоволокниты имеют малую плотность, сравнительно высокую удельную прочность и высокую ударную вязкость. Органоволокниты применяют в авиационной технике, электропромышленности, химическом машиностроении и др.

Металлы, армированные волокнами, - композиционные материалы с металлической матрицей и упрочнителями в виде волокон. Упрочнителями служат волокна бора, углеродные волокна, нитевидные кристаллы тугоплавких соединений, вольфрамовая или стальная проволока. Матричный материал выбирают из учета назначения композиционного материала (коррозионная стойкость, сопротивление окислению и др.). В качестве матриц используют легкие и пластичные металлы (алюминий, магний) и их сплавы. Количество упрочнителя составляет по объему 30-50%. Металлы, армированные волокнами, применяются в авиационной и ракетной технике.

Для закрепления теоретического материала рекомендуется выполнить тестовые задания.

Тестовые задания. *Необходимо выбрать единственный правильный ответ*

1. Какие вещества называют полимерами?

- 1) Вещества, полученные полимеризацией низкомолекулярных соединений.
- 2) Высокомолекулярные соединения, основная молекулярная цепь которых состоит из атомов углерода.
- 3) Высокомолекулярные соединения, молекулы которых состоят из большого числа мономерных звеньев.
- 4) Органические соединения состоящие из большого числа одинаковых по химическому составу мономеров.

2. Какой из наполнителей пластмасс: слюдяная мука, асбестовые волокна, стеклянные нити - полимерный материал?

- 1) Ни один из названных наполнителей не полимер.
- 2) Стеклянные нити.
- 3) Асбестовые волокна и слюдяная мука.
- 4) Все названные наполнители - полимеры.

3. В основной цепи полимера, кроме углерода, присутствуют атомы фтора и хлора. Какое из свойств, перечисленных в ответах, можно ожидать у полимерного материала?

- 1) Повышенную газонепроницаемость.
- 2) Высокую химическую стойкость.
- 3) Повышенную эластичность.
- 4) Высокие диэлектрические свойства.

4. Какие из перечисленных в ответах свойств характеризуют полярные полимерные материалы?

- 1) Высокие диэлектрические свойства.
- 2) Хорошая адгезионная способность.
- 3) Высокая морозостойкость.
- 4) Слабовыраженная температурная зависимость свойств.

5. Какие полимерные материалы называют термопластичными?

- 1) Материалы, обратимо затвердевающие в результате охлаждения без участия химических реакций.
- 2) Материалы с редкосетчатой структурой макромолекул.
- 3) Материалы, формуемые при повышенных температурах.

- 4) Материалы, необратимо затвердевающие в результате химических реакций.
6. Какова структура макромолекул терморезистивных полимерных материалов?
 - 1) Ленточная, или пространственная.
 - 2) Разветвленная, или паркетная.
 - 3) Сетчатая, или цеповидная.
 - 4) Линейная, или редкосетчатая.
7. Какие материалы называют пластмассами?
 - 1) Материалы органической или неорганической природы, обладающие высокой пластичностью.
 - 2) Высокомолекулярные соединения, молекулы которых состоят из большого числа мономерных звеньев.
 - 3) Искусственные материалы на основе природных или синтетических полимерных связующих.
 - 4) Материалы, получаемые посредством реакций полимеризации или поликонденсации.
8. Какое из перечисленных в ответах связующих веществ обеспечивает наиболее высокую теплостойкость пластмасс?
 - 1) Фенолформальдегидная смола.
 - 2) Карбамидная смола.
 - 3) Кремнийорганическая смола.
 - 4) Эпоксидная смола.
9. Какие пластмассы называют терморезистивными?
 - 1) Пластмассы, в состав которых включены наполнители, например, меняющие характер надмолекулярной структуры.
 - 2) Пластмассы, обратимо затвердевающие в результате охлаждения без участия химических реакций.
 - 3) Пластмассы на основе полимеров с линейной или разветвленной структурой макромолекул.
 - 4) Пластмассы, необратимо затвердевающие в результате химических реакций.
10. Пластмассы на основе фенолформальдегидной смолы необратимо затвердевают при формовании изделий. Какую структуру макромолекул смолы можно ожидать?
 - 1) Пространственную, или ленточную.
 - 2) Разветвленную, или паркетную.
 - 3) Линейную, или разветвленную.
 - 4) Сетчатую, или линейную.
11. Какое из изделий: стеклянное волокно, асбестовая ткань, гетинаксовый лист изготовлено на основе полимера?
 - 1) Асбестовая ткань.
 - 2) Стеклянное волокно.
 - 3) Гетинаксовый лист.
 - 4) Все изделия изготовлены на основе полимеров.
12. Что такое текстолит?
 - 1) Ненаполненная пластмасса на основе термопластичных полимеров.
 - 2) Пластмасса с наполнителем из направленных органических волокон.
 - 3) Пластмасса на основе терморезистивного полимера с наполнителем из хлопчатобумажной ткани.
 - 4) Терморезистивная пластмасса с наполнителем из стеклоткани.
13. Пластмассы какого типа обладают ярко выраженной анизотропией механических свойств?
 - 1) Пластмассы с волокнистым наполнителем.
 - 2) Газонаполненные пластмассы.
 - 3) Слоистые пластмассы.

- 4) Пластмассы с порошковым наполнителем.
14. Для изделий какого типа возможно применение гетинакса?
 - 1) Внутренняя облицовка салона самолета.
 - 2) Антенный обтекатель самолета.
 - 3) Наружная теплозащита космического аппарата.
 - 4) Остекление кабины самолета.
15. Для каких из перечисленных в ответах целей может быть использован гетинакс?
 - 1) Для изготовления устройств гашения электрической дуги.
 - 2) Для изготовления панелей распределительных устройств низкого напряжения.
 - 3) Для изготовления прозрачных колпаков электрических приборов.
 - 4) Для изготовления подшипников скольжения микроэлектродвигателей.
16. Какой из перечисленных в ответах материалов предпочтителен для изготовления подшипников скольжения?
 - 1) Фторопласт-4.
 - 2) Ударопрочный полистирол.
 - 3) Фенопласт.
 - 4) Асболокнит.
17. Какой из перечисленных в ответах материалов предпочтителен для изготовления накладок тормозных колодок?
 - 1) Текстолит.
 - 2) Винипласт.
 - 3) Асботекстолит.
 - 4) Стекловолокнит.
18. Какой из перечисленных в ответах материалов предпочтителен для изготовления шестерен, передающих значительные усилия?
 - 1) ПЭВД.
 - 2) Фторопласт-3.
 - 3) Волокнит.
 - 4) ДСП.
19. Для каких из перечисленных в ответах видов изделий возможно применение полиметилметакрилата?
 - 1) Лонжероны лопастей вертолета.
 - 2) Скоростные подшипники скольжения.
 - 3) Стекла кабины самолета.
 - 4) Тормозные колодки шасси.
20. Какой структурой обладают макромолекулы резиновых материалов?
 - 1) Линейной.
 - 2) Редкосетчатой.
 - 3) Разветвленной.
 - 4) Лестничной.
21. Какой материал называют композиционным?
 - 1) Материал, составленный различными компонентами, разделенными в нем ярко выраженными границами.
 - 2) Материал, структура которого представлена матрицей и упрочняющими фазами.
 - 3) Материал, состоящий из различных полимеров.
 - 4) Материал, в основных молекулярных цепях которого содержатся неорганические элементы, сочетающиеся с органическими радикалами.
22. Какие композиционные материалы называют дисперсно-упрочненными?
 - 1) Материалы, упрочненные частицами второй фазы, выделившимися при старении.
 - 2) Материалы, упрочненные полностью растворимыми в матрице частицами второй

- фазы.
- 3) Материалы, упрочненные нуль-мерными наполнителями.
 - 4) Материалы, упрочненные одномерными наполнителями.
23. Как зависит прочность дисперсно-упрочненных композиционных материалов от содержания наполнителя?
- 1) Если наполнитель по прочности превосходит матрицу, то увеличение его содержания приведет к повышению прочности, в противном случае - к понижению.
 - 2) С увеличением содержания наполнителя прочность растет.
 - 3) Прочность мало зависит от содержания наполнителя, но определяется его дисперсностью.
 - 4) Прочность зависит, в основном, от расстояния между частицами наполнителя и их дисперсности.
24. Каким методом получают дисперсно-упрочненные композиционные материалы?
- 1) Методами обработки давлением.
 - 2) Самораспространяющимся синтезом.
 - 3) Методами порошковой металлургии.
 - 4) Литьем под давлением.
25. Как влияет увеличение объемного содержания волокнистого наполнителя на прочность композиционного материала?
- 1) Прочность не зависит от содержания наполнителя.
 - 2) Влияние на прочность неоднозначно.
 - 3) Прочность растет.
 - 4) Прочность снижается.
26. Как влияет в волокнистом композиционном материале соотношение модулей упругости наполнителя и матрицы (E_B/E_M) на распределение нагрузки между волокнами и матрицей?
- 1) Соотношение (E_B/E_M) не влияет на распределение нагрузки.
 - 2) Чем больше (E_B/E_M), тем больше нагружена матрица.
 - 3) Влияние (E_B/E_M) на распределение нагрузки неоднозначно.
 - 4) Чем больше (E_B/E_M), тем более нагружено волокно.
27. Что такое борсик?
- 1) Ткань специального плетения из волокон бора.
 - 2) Волокна бора с выращенными на них поперечными кристаллами карбида кремния.
 - 3) Волокнистый композиционный материал, упрочненный волокнами бора.
 - 4) Волокна бора, пропитанные силикатным стеклом.
28. К каким материалам относится САП-1?
- 1) К дисперсно-упрочненным композиционным материалам на алюминиевой основе.
 - 2) К терморезистивным пластмассам с порошковым наполнителем.
 - 3) К антифрикционным чугунам с пластинчатым графитом.
 - 4) К фрикционным спеченным материалам на основе меди.
29. Какой из перечисленных в ответах материалов можно использовать для изготовления деталей ракетного двигателя, работающих при температуре 1200°C?
- 1) ВДУ-1.
 - 2) САП-1.
 - 3) ВКА-1.
 - 4) КАС-1.
30. Что такое абляция?
- 1) Структурирование полимерных материалов под радиационным воздействием.
 - 2) Деструкция полимерных материалов под действием нагрева.
 - 3) Разрушение и унос материала под воздействием горячего газового потока.
 - 4) Способ защиты космических летательных аппаратов от перегрева при входе в верхние

слои атмосферы.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.2)

Основная литература

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте характеристику композиционным материалам.
2. Укажите типы упрочнителей (дисперсные частицы, волокна, листовые), используемые при получении композиционных материалов и требования к ним.
3. Композиционные материалы с металлическими и полимерными матрицами. Их преимущества и недостатки. Области применения.
4. Классификация композиционных материалов.
5. Техничко-экономическая характеристика процессов получения различных типов композиционных материалов.
6. Области применения композиционных материалов.

Практическое занятие № 7. Порошковые материалы (дискуссия)

Цель работы: закрепление знаний о порошковых материалах, их свойствах и областях применения.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить следующий теоретический материал с использованием литературы [1] и составить конспект:

1. Получение порошковых материалов, их преимущества и недостатки.
2. Конструкционные, инструментальные порошковые материалы, материалы со специальными свойствами.
3. Области применения порошковых материалов.

Порядок выполнения: При проведении дискуссии используется организационная методика «вопрос-ответ». Это разновидность простого собеседования, в котором принимают участие все участники дискуссии: одни отвечают на поставленные вопросы, другие – дополняют или уточняют их ответ, третьи – приводят примеры и т.д. Применяется определенная форма постановки вопросов для собеседования с участниками дискуссии-диалога, позволяющая организовать развернутое обсуждение.

Важно обратить внимание на следующие ключевые моменты.

Порошковыми металлическими материалами называют спеченные материалы, изготовленные методом приготовления порошковой шихты, формования и спекания. Рождение дисперсного метода, где впервые было применено прессование порошка, исторически связывают с работой русского ученого П.Г. Соболевского, опубликованной в «Горном журнале» 1827 года, названной им «об очищении и обработке сырой платины». Соболевский предложил технологию переработки самородно платины путем растворения ее в смеси соляной и азотной кислоты, осаждения хлорплатината аммония, прокаливании осадка для получения платинового порошка и последующие прессование и спекание. На монетном дворе по этой технологии было изготовлено номиналов на сумму 4 млн. рублей (1826 - 1844 гг).

Порошковые металлические материалы объединяют в себя твердые сплавы,

дисперсноупрочненные композиты, анти- и фрикционные материалы, порошковые стали, спеченные цветные металлы, пористые металлические материалы.

Порошковые стали. Спеченные детали изготавливаются из смесей порошков железа с легирующими порошками и порошков углеродистых и легированных сталей. Стали порошковые и изделия из них получают холодным прессованием и спеканием, двойным прессованием и спеканием, горячим прессованием, горячей штамповкой. ТО проводится только в защитных средах. Охлаждение рекомендуется проводить в масле или воде для исключения окисления. Для повышения коррозионной стойкости поверхности проводят операции воронения и фосфотации, парогазоокисливания.

Порошковые стали также бывают мартенситостареющие, коррозионностойкие и магнитные.

Углеродистая порошковая сталь общемашиностроительного применения после закалки и низкого отпуска служит заменителем сталей марок 40, 50, 55пп и т. п. для деталей станков и машин работающих при умеренном нагружении без нагрузок смятия. Углеродистая порошковая легированная медью сталь общемашиностроительного применения используется как заменитель сталей марок 40, 50, 55пп, 65, 65Г, 15Х, 40Г2, 30Г2 в состоянии поставки и после нормализации и сталей обыкновенного качества для экономии металла переводимого в стружку. В порошковой стали, легированной медью до 3%, при контролируемом охлаждении в агрегатах спекания достигают структуры, способной выделять E-фазу при старении (табл. 6.1).

Таблица 6.1 - Механические свойства порошковых сталей

Марка	δ_v , МПа	δ_5 , %	E , %	A_n , не менее кДж/м ²	E , не менее гПа	НВ, МПа
СП30-3	200	12	25	500	150	800-900
СП90-3	300	6	20	300	160	1000-1200
СП30ДЗ-3	280	6	20	400	150	900-1000
СП90ДЗ-3	420	4	15	300	150	1000-1200
СП60НЗ-3	300	8	15	800	150	1300-1500
СП50ХМ2-3	580	8	15	500	160	1700-2000
СП60ХНЗМ-4	720	10	25	450	200	1900-2100
СПН11М5ТЮ	2200	8	30	-	-	-
СПХ18Н15	478-535	22-43	-	20 - 29	-	-

Примечание:

Цифра 3 через дефис в марке обозначает подгруппу плотности порошковой стали: пористость 9-2%; плотность 7200-7700 кг/м³.

При охлаждении сплавов железа, содержащих медь, идут три инвариантные реакции: перетектические при 1484 и 1094 °С и эвтектоидная при 850 °С.

Продуктами последней являются E-фаза (ГЦК Cu с небольшим количеством растворенного в ней Fe) и α -Fe (феррит) с малым количеством растворенной в ней Cu. Максимальная растворимость Cu в α -Fe 2,1 % (ат.) при 850 °С; падение растворимости Cu с уменьшением температуры дает возможность использовать в дальнейшем упрочнение за счет выделения частиц второй фазы и старения.

Для системы Fe-Cu-C характерна обширная область несмешиваемости в жидком состоянии, связанная с добавками к системе Fe-Cu малых количеств графита. Cu влияет на стабильные и метастабильные двойные эвтектики.

Углеродистая порошковая легированная хромом и молибденом сталь используется заменитель сталей марок 40, 50, 55пп, 65, 65Г, 15Х, 40Г2, 30Г2, 20Х, 20ХНР, 20Н2М.

В порошковой стали с Cr и Mo при контролируемом охлаждении в агрегатах спекания достигают структуры легированного феррита с равномерно распределенной карбидной

фазой. Структурно свободный графит не выявляется. В стали снижается порог хладноломкости и увеличивается прокаливаемость, коррозионная стойкость.

Легированные хромом и молибденом стали мало чувствительны к перегреву. В порошковой стали с никелем до 3% при контролируемом охлаждении в агрегатах спекания достигают структуры легированного феррита. Никель в стали снижает порог хладноломкости и увеличивает прокаливаемость, пластичность и коррозионную стойкость. Система железо-никель характеризуется неограниченной растворимостью. Например, марка СПНЗ-4 применяется после закалки и низкого отпуска, как заменитель сталей марок 40, 50, 55пп, 40Г2, 15Х и т.п. для деталей станков и машин работающих при среднем нагружении без нагрузок смятия.

В основном спеченные материалы применимы, как детали небольших сечений с линейной осью симметрии: втулки, шестерни, кольца, сухари ; применение для валов и осей не обнаружено.

В случае пропитки пор маслом может быть использована в узлах труднодоступной смазки. Наибольшие габариты формуемых деталей массового производства не более 120 мм. Коэффициент использования металла при применении технологии порошковой металлургии не менее 95%.

Характерным структурным элементом порошковых сталей (материалов) является пора. Увеличение пористости приводит к снижению плотности, прочности, отчасти снижает ударную вязкость. Детальное исследование свойств спеченных материалов показывает, что многие характеристики не имеют монотонного характера в своем изменении от пористости. Например, известно немонотонное изменение трещиностойкости и ударной вязкости порошкового железа от пористости. Немонотонность изменения характеристик, связанных с особенностями распространения трещины, рассматривается в связи с морфологией пор, поведением смазок, соотношением внутри - межзеренного разрушения. При одинаковой доле межзеренного разрушения характерна линейная зависимость между трещиностойкостью и пористостью материала.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.2)

Основная литература

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое порошковый материал и как его получают?
2. Привести примеры порошковых сплавов, антифрикционных, фрикционных, пористых материалов.
3. Преимущества и недостатки порошковых материалов.
4. Конструкционные, инструментальные порошковые материалы, материалы со специальными свойствами. Привести примеры.
5. Области применения порошковых материалов.

Практическое занятие № 8. Теория и практика формования заготовок и деталей из металлических, порошковых и композиционных материалов

Цель работы: закрепление знаний о способах и методах формования заготовок и деталей.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить следующий теоретический материал с использованием литературы [1] и составить конспект :

1. Классификация способов получения заготовок и деталей:

- по физико-механическому состоянию материала (горячая и холодная обработка давлением);
- по форме энергии, затрачиваемой при проведении технологического процесса (термический, термомеханический и механический классы сварки);
- по виду материала инструмента и оснастки (литье в песчаные, керамические и металлические формы; штамповка эластичным пуансоном, в жестких штампах; точение, фрезерование, сверление);
- по характеру нагрева заготовок (местный и общий нагрев, пайка в печи, соляной ванне, паяльником, электронным или световым лучом, индукционная);
- по агрегатному состоянию реакционной среды (формирование диффузионных покрытий через твердую, жидкую, газообразную и паровую фазы и т.д.).

2. Основные методы получения деталей: литье, пластическое деформирование, спекание, резание, электрофизические и электрохимические способы обработки.

Порядок выполнения: При проведении дискуссии используется организационная методика «вопрос-ответ». Это разновидность простого собеседования, в котором принимают участие все участники дискуссии: одни отвечают на поставленные вопросы, другие – дополняют или уточняют их ответ, третьи - приводят примеры и т.д. Применяется определенная форма постановки вопросов для собеседования с участниками дискуссии-диалога, позволяющая организовать развернутое обсуждение.

Важно обратить внимание на следующие ключевые моменты.

Диффузия - взаимное проникновение атомов соприкасающихся веществ (компонентов), обусловленное тепловым движением частиц. Атомы перемещаются на расстояния, большие параметров кристаллической решетки. Диффузия связана с переносом вещества, что может привести к изменению химического состава. Наиболее вероятным механизмом диффузии (т.е. путем перемещения атомов во время диффузии) в твердых растворах являются вакансионный (диффундирующий атом занимает вакансию). Наиболее легко диффузия протекает также по дефектам кристаллического строения и границам зерен. В твердом теле происходят также колебания атомов около положения равновесия с частотой порядка 10 Гц, поэтому возможен и перескок их из одной плоскости в другую.

Мерой диффузионной способности служит коэффициент диффузии D , который определяется на основе первого закона Фика.

Диффузия протекает в направлении от объемов с большой концентрацией атомов к объемам с меньшей концентрацией. Отметим, что коэффициент диффузии D зависит от природы сплава, размера зерен, и особенно сильно от температуры. С увеличением температуры коэффициент диффузии D возрастает по экспоненциальному закону.

Диффузионные процессы имеют место не только при ТО и ХТО (диффундируют атомы азота, углерода, алюминия), но и в полупроводниках (диффузия носителей, вредных быстро диффундирующих примесей меди, натрия, водорода, железа), в технологии микроэлектроники (управляемое небыстрое введение легирующих примесей в полупроводники на малую глубину), адгезии пленок к поверхности и в других случаях. Диффундировать могут примеси, а также атомы двух контактирующих металлов.

Вредное влияние диффузии в микроэлектронике проявляется в деградации контактов из золота и алюминия с образованием новых фаз $AuAl_2$. Диффузия алюминия в кремний нарушает $p-n$ переход, увеличивает удельное электрическое сопротивление p .

Термическая обработка. Термической обработкой (ТО) называют процессы, связанные с нагревом, выдержкой и охлаждением металла (материала), находящегося в твердом состоянии, с целью изменения его структуры или фазового состава, создания необходимых свойств, снятия или изменения остаточных напряжений, без изменения его химического состава.

Основу ТО определяют процессы аллотропических превращений и изменение взаимной растворимости компонентов сплава при разных температурах, а также диффузия.

Виды и операции ТО. *Основные виды ТО - отжиг, закалка, отпуск и старение.* Каждый из указанных видов имеет несколько разновидностей (операций). Режимы ТО определяют основные параметры: температура нагрева, время выдержки, скорость нагрева и охлаждения. При *нагреве* стали, например, необходимо получить аустенитную структуру, что обеспечивается температурой, на 30-50 °С превышающую температуру критических точек при нагреве A_{c1} , A_{c3} , A_{ct} , (см. рис. 24). При *охлаждении* необходимо обеспечить превращение аустенита в желаемую структуру: перлит, сорбит, троостит, мартенсит, что достигается обеспечением требуемой температуры нагрева материала и скоростью его охлаждения.

В общем виде график ТО представлен диаграммой на рис. 8.1.



Рис. 8.1. График термической обработки

Операции ТО для различных материалов имеют много общего и отличаются, в основном, только режимами. Поэтому рассмотрим их на примере сталей, как наиболее общего и характерного материала для ТО. Операции ТО проводят в твердом состоянии, при этом имеют место процессы вторичной кристаллизации.

Отжиг - вид ТО, заключающийся в нагреве сплава до определенной температуры, выдержке при этой температуре и последующем медленном охлаждении (часто вместе с печью). В результате отжига сплав приобретает структуру, близкую к равновесной, происходит разупрочнение, повышение пластичности, измельчение зерна, снимаются остаточные напряжения.

В зависимости от требований к сплаву проводят одну из разновидностей операции отжига: нормализацию (устраняется крупнозернистость структуры, выравниваются механические свойства, по стоимости более дешевая операция ТО), рекристаллизационный отжиг (снимается наклеп, образование текстуры), диффузионный отжиг (проводят при более высоких температурах и длительной выдержке). В процессе отжига протекают диффузионные процессы, не успевшие завершиться при первичной кристаллизации. Компоненты сплава распределяются более равномерно по объему материала.

Для различного сортамента операции отжига выполняются при его изготовлении. Для улучшения обрабатываемости материала операции отжига проводят в начале технологического процесса изготовления детали.

Закалка - вид ТО, заключающийся в нагреве сплава до определенной температуры, выдержке при этой температуре и последующем быстром охлаждении с целью получения неравновесной структуры. Неравновесные структуры материала при ТО получают, когда в сплавах имеются превращения в твердом состоянии: переменная растворимость, полиморфные превращения твердых растворов. *Цель закалки* - получение высокой твердости, прочности, заданных физикомеханических свойств (например, увеличить удельное электрическое сопротивление или коэрцитивную силу в магнитотвердых

сплавах).

Возможность упрочнения сплавов путем ТО обусловлена наличием аллотропических превращений в твердом состоянии. В сталях, охлаждая аустенит с различными скоростями (разной степенью переохлаждения), можно получить продукты превращения аустенита, резко отличающиеся по строению и свойствам.

Малая скорость охлаждения V_1 приводит к образованию смеси феррита и цементита, называемой перлит (П), с твердостью HRC10, с крупными зёрнами. Чем больше скорость охлаждения, тем более мелкодисперсная образующаяся феррито-цементитная смесь.

При охлаждении со скоростью V_2 получается первая закалочная структура, сорбит (С), который также представляет собой смесь феррита и цементита, но отличается от перлита более тонкодисперсным строением, и имеет твердость HRC20. Стали с сорбитной структурой износостойки, используются для изготовления нагруженных деталей.

При охлаждении со скоростью V_3 получается вторая закалочная структура, троостит (Т), которая образуется в результате распада переохлажденного аустенита при 500-550 °С. Обладает значительной упругостью. Твердость троостита порядка HRC40. Сталь со структурой троостита отличается высокими значениями прочности и упругости. Ее применяют для изготовления различных упругих элементов.

При очень быстром охлаждении со скоростью V_5 аустенит превращается в мартенсит (М), который имеет типичную игольчатую структуру. Мартенсит представляет перенасыщенный твердый раствор углерода в α -Fe. Превращение происходит при температуре 911 °С. Гранецентрированная кристаллическая структура γ -Fe при 911 °С переходит в ОЦК структуру α -Fe. Освобождающиеся атомы углерода γ -Fe приводят к перенасыщению им структуры α -Fe, и появлению закалочных напряжений. Мартенсит - твердая и хрупкая структура, с твердостью HRC 62.66.

Чем больше углерода в стали, тем лучше закалка. При содержании углерода менее 0,2 % сталь практически не закаливается. Скорость охлаждения обеспечивают закалочной средой: водой, растворами солей, расплавами, маслами.

Особенно важна скорость охлаждения в интервале температур 650-550 °С, где аустенит менее всего устойчив. Его стараются пройти быстро. В интервале температур 300-200 °С в некоторых сталях образуется мартенсит. Поэтому в этом интервале температур требуется медленное охлаждение, чтобы избежать возникновения трещин и напряжений.

В зависимости от температуры нагрева закалка может быть полной или неполной. При полной закалке сталь переводят в однофазное аустенитное состояние нагревом выше критических температур A_{c3} или $A_{cст}$; при неполной - до межкритических между A_{c1} и $A_{c3}(A_{cст})$. Важно обратить внимание на то, что температуры закалки доэвтектических и заэвтектических сталей неодинаковы.

В процессе закалки возможно образование остаточного аустенита, который с течением времени при обычных условиях может превратиться в мартенсит. Это превращение приводит к изменению размеров детали - нестабильности. Для повышения стабильности стали непосредственно после закалки проводят обработку холодом. Охлаждают сплав до температуры порядка минус 70 °С, при этом остаточный аустенит переходит в мартенсит. Обработку холодом применяют, например, при изготовлении шарикоподшипников, режущего инструмента.

Упрочнение сплавов может быть и без аллотропических превращений. В однофазных структурах (например, в твердых растворах с неограниченной растворимостью компонентов), перекристаллизация в твердом состоянии возможна в структурах, которые образуются в состоянии: жидкая фаза одного компонента и кристаллы другого компонента (т.е. между линиями ликвидус - солидус). Такие сплавы называют стареющими: это сплавы алюминия, никеля и другие.

Отпуск - ТО, заключающаяся в нагреве предварительно закаленных сплавов до определенной температуры, выдержке при этой температуре и последующем охлаждении с заданной скоростью. Цель отпуска – уменьшение закалочных напряжений, снижение твердости, получение необходимых механических свойств. При отпуске происходит

распад мартенсита, выделяется углерод из перенасыщенного твердого раствора стали в виде мельчайших кристалликов карбида железа.

В зависимости от температуры нагрева различают низкий отпуск, средний отпуск, высокий отпуск. Чем выше температура отпуска, тем сильнее проявляются свойства пластичности, вязкости в материале, при одновременном снижении твердости.

Низкий отпуск стали производится при температуре 120-150 °С после закалки инструмента, цементованных, цианированных деталей.

Средний отпуск стали производится при температуре 350-400 °С, при этом снижается твердость. Рекомендуются для упругих элементов.

Высокий отпуск стали производится при температуре 500-650 °С. Обеспечиваются после него достаточная прочность, вязкость, пластичность. Нагрев при ТО производят в термических печах.

Самопроизвольный отпуск, происходящий в сплаве при простой выдержке при комнатной температуре, или отпуск при очень низких температурах порядка 100-170 °С называется старением, соответственно естественным или искусственным.

Химико-термическая обработка. Химико-термической обработкой называют процесс поверхностного насыщения сплава различными элементами с целью придания ей тех или иных свойств. При ХТО происходит изменение состава и структуры поверхности за счет диффузии в нее элементов в атомарном состоянии извне при высоких температурах. Происходит упрочнение поверхности деталей, повышение твердости, износостойкости, усталостной прочности, стойкости против действия агрессивных сред. Состояние и свойства внутренних структур материала остаются в исходном состоянии.

ХТО характеризуется тремя одновременно протекающими процессами: диссоциации (распад молекул диффундирующего элемента до атомарного состояния), абсорбции (проникновение атомов в решетку поверхностных слоев), и диффузии (проникновение атомов насыщающегося элемента вглубь от поверхности).

В зависимости от насыщающегося элемента к видам ХТО относят *цементацию, азотирование, цианирование, алитирование, хромирование* и другие.

Углерод и азот легко усваиваются поверхностью стали, сравнительно быстро диффундируют на значительную глубину, образуя с железом твердые растворы внедрения.

Цементация - процесс насыщения поверхности изделия углеродом, содержание его после цементации достигает до 0,8-1,0 %. Карбюризатор - уголь, температура порядка 900°С. Поверхность приобретает после закалки и отпуска твердость порядка HRC 60 при сохранении мягкой сердцевины. Возможно коробление деталей.

Азотирование - процесс насыщения поверхности стали азотом. Поверхность приобретает после азотирования высокую твердость, износостойкость, усталостную прочность, устойчивость против коррозии. Азотированию подвергаются обычно легированные стали, так как образующиеся нитриды хрома, алюминия, железа придают поверхности высокую твердость. Достоинство азотирования - незначительное изменение размеров и отсутствие коробления.

Цианирование - насыщение поверхности изделия одновременно углеродом и азотом. Азот способствует диффузии углерода, что позволяет снизить температуру диффузионного насыщения азотом и углеродом до 850 °С. После закалки и отпуска твердость поверхности HRC 58,62. Обрабатывают обычно среднеуглеродистые стали. Разновидностью цианирования является нитроцементация.

Силицирование - насыщение поверхности изделия кремнием. Повышается коррозионная стойкость, жаростойкость, износостойкость, кислотостойкость сталей и сплавов в агрессивных средах.

Алитирование - насыщение поверхностного слоя изделия алюминием. Повышается окислительная стойкость, коррозионная и эрозионная стойкость сталей, медных сплавов.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.2)

Основная литература

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

Дополнительная литература

1. Варданян, М. А. Химия и материаловедение : учебно-методическое пособие / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2017. - 163 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте классификацию способов получения заготовок и деталей по следующим признакам:

– физико-механическому состоянию материала (горячая и холодная обработка давлением);

– по форме энергии, затрачиваемой при проведении технологического процесса (термический, термомеханический и механический классы сварки);

2. Охарактеризуйте методы обработки материалов, позволяющие изменить их структуру и фазовый состав, а, следовательно, и свойства;

3. Приведите примеры, когда термическая обработка (ТО) изменяет свойства во всем объеме материала, а термохимическая (ТХО) - только в поверхностных слоях.

4. Что такое отжиг, закалка, отпуск и старение?

5. Дайте назначение ТО, ХТО, как влияют режимы ТО на свойства материалов?

6. Что такое цементация, азотирование, цианирование, алитирование, хромирование?

7. Термохимическая обработка: высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО), низкотемпературная термомеханическая обработка (НТМО).

8. Создание защитных покрытий на металлах и сплавах: оксидные покрытия, коррозионные покрытия на основе цинка, органосиликатные покрытия, фосфатирование, лакокрасочные покрытия, грунтовки, шпаклевки, дисперсноупрочненные покрытия. Приведите примеры.

9. Укажите перспективы применения новых материалов и способы их создания.

9.3 Методические указания по выполнению контрольной работы

В процессе изучения дисциплины Химия и материаловедение обучающиеся должны выполнить контрольную работу. К выполнению контрольной работы можно приступить только тогда, когда будет усвоена определенная часть курса и тщательно разобраны решения примеров типовых задач, приведенных в данном пособии, по соответствующей теме. Помощь при самостоятельном выполнении обучающимися заданий контрольной работы могут оказать учебная литература п.7.

Решения задач и ответы на теоретические вопросы должны быть коротко, но четко обоснованы, за исключением тех случаев, когда по существу вопроса такая мотивировка не требуется, например, когда нужно составить электронную формулу атома, написать уравнение реакции и т.п. При решении задач нужно приводить весь ход решения и математические преобразования.

Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена. В конце работы следует дать список использованной литературы. Работа должна быть датирована, подписана студентом и представлена преподавателю на проверку.

Если контрольная работа не зачтена, то она возвращается обучающемуся на доработку в соответствии с указаниями преподавателя. Исправления следует выполнять в той же тетради в конце, а не в проверенном тексте. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, преподавателем не проверяется и не засчитывается как сданная.

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

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) используются для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения практических занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
- Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

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 или ПЗ</i>
1	3	4	5
Лк	Лекционная аудитория	-	-
ЛР	Лаборатория общей неорганической химии	Барометр – anerоид БАММ-1; шкаф ШЗ НЖ; стол химический – 6шт.; доска 3-эл комб. ДА-34 – 1шт.; электропечь СНОЛ-1,6 - 1 шт.; весы ВЛА-200; весы ВЛТК-500; шкаф вытяжной - 2шт.; шкаф сушильный СНОЛ -3,5; шкаф Ш1-нж; прибор для иллюстрации зависимости скорости реакции от условий - 3 шт.; прибор для опытов по химии с электрическим током; прибор для электролиза растворов солей; выпрямитель; химическая посуда.	ЛР №1-8
ПЗ	Лаборатория общей неорганической химии	-	ПЗ №1-8
кр	Лаборатория общей неорганической химии	-	-
СР	Читальный зал №1	10- ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP Laser Jet P2055D	-

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-7	способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности	1. Основные понятия и законы химии	1.1. Строение атома и периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева	Экзаменационный билет
			1.2. Химическая связь	Экзаменационный билет
			1.3. Диаграммы состояния	Экзаменационный билет
		2. Конструкционные материалы и их физико-химические свойства	2.1. Металлы и сплавы	Экзаменационный билет
			2.2. Неметаллические материалы	Экзаменационный билет
		3. Технологии получения композиционных и порошковых материалов	3.1. Композиционные материалы	Экзаменационный билет
			3.2. Порошковые материалы	Экзаменационный билет
		4. Технологии изготовления деталей из металлических, порошковых и композиционных материалов	4.1. Способы получения заготовок	Экзаменационный билет
			4.2. Методы получения деталей	Экзаменационный билет

2. Вопросы к экзамену

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОПК-7	способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной	1.1 Квантово-механическая модель строения атома. 1.2 Периодическая система элементов Д.И. Менделеева в свете квантовой теории строения атома. 1.3 Периоды, группы, подгруппы и семейства элементов. 1.4 Изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств элементов в группах и	1. Основные понятия и законы химии

		деятельности	<p>периодах.</p> <p>1.5 Объяснение химической связи с точки зрения метода валентных связей (МВС).</p> <p>1.6 Ковалентная связь: обменный и донорно-акцепторный механизм образования.</p> <p>1.7 Гибридизация атомных орбиталей и геометрия молекул.</p> <p>1.8 Виды химической связи: ионная и водородная, ван-дер-ваальсовы силы.</p> <p>1.9 Кристаллическое состояние вещества, типы кристаллических решеток, классификация кристаллических форм, дефекты в кристаллах, зонная теория кристаллов.</p> <p>1.10 Жидкое и аморфное состояния вещества.</p> <p>1.11 Правило фаз Гиббса</p> <p>1.12 Равновесное и неравновесное состояние сплавов. Фазы и структуры в металлических сплавах (твердые растворы, химические соединения, промежуточные фазы, эвтектические и эвтектоидные смеси) и условия их образования.</p> <p>1.13 Процесс кристаллизации и фазовые превращения в сплавах на примере сплавов железа.</p> <p>1.14 Анализ фазовой диаграммы.</p>	
2	ОПК-7	способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности	<p>2.1 Железо и его сплавы. Стали и чугуны.</p> <p>2.2 Конструкционные стали: классификация назначению, качеству, структуре, требования, предъявляемые к ним.</p> <p>2.3 Строительные, машиностроительные углеродистые и легированные, высокопрочные износостойкие, коррозионностойкие, нержавеющие, жаропрочные, жаростойкие стали. Особенности их структуры, термическая и химико-термическая обработка, свойства и применение.</p> <p>2.4 Стали для криогенной техники - их состав, структура, свойства, области применения. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами: магнитомягкие и магнитотвердые материалы.</p> <p>2.5 Цветные металлы и их сплавы: классификация, термическая</p>	<p>2. Конструкционные материалы и их физико-химические свойства</p>

			<p>обработка, свойства, маркировка и применение сплавов алюминия, магния, меди, титана, никеля.</p> <p>2.6 Общие сведения о неметаллических материалах. Виды химической связи в неметаллических материалах, особенности свойств.</p> <p>2.7 Области применения неметаллических материалов в технике в качестве конструкционных, фрикционных, антифрикционных, теплозащитных, теплозвукоизоляционных, электротехнических материалов и т.д.</p> <p>2.8 Полимерные материалы. Классификация полимерных материалов.</p> <p>2.9 Термопластичные полимеры, их физическое состояние в зависимости от температуры. Старение полимеров</p> <p>2.10 Пластмассы: составы, свойства, получение. Наполнители, пластификаторы, красители, отвердители, катализаторы в пластмассах. Их влияние на свойства пластмасс.</p>	
3	ОПК-7	<p>способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности</p>	<p>3.1. Композиционные материалы: принципы получения.</p> <p>3.2. Типы упрочнителей: дисперсные частицы, волокна, листовые упрочнители.</p> <p>3.3. Взаимодействие между матрицей и упрочнителями в композиционных материалах.</p> <p>3.4. Композиционные материалы с металлическими и полимерными матрицами. Их преимущества и недостатки. Области применения.</p> <p>3.5. Основные виды композиционных материалов: стеклопластики, углепластики, боропластики, керметы, твердые сплавы и другие.</p> <p>3.6. Методы получения полимерных композиционных материалов (с полимерной матрицей) и переработки их в изделия: прессование, штамповка, литье под давлением, экструзия, намотка, напыление и др.</p> <p>3.7. Области применения полимерных композиционных материалов.</p> <p>3.8. Керамические материалы: получение и состав, их преимущества и</p>	<p>3. Технологии получения композиционных и порошковых материалов</p>

			<p>недостатки, способы борьбы с хрупкостью, области использования.</p> <p>3.9. Порошковые материалы: получение, преимущества и недостатки.</p> <p>3.10. Конструкционные, инструментальные порошковые материалы, материалы со специальными свойствами.</p> <p>3.11. Области применения порошковых материалов</p>	
4	ОПК-7	<p>способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности</p>	<p>4.1 Классификация способов получения заготовок и деталей по различным признакам:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-механическому состоянию материала (горячая и холодная обработка давлением); - по форме энергии, затрачиваемой при проведении технологического процесса (термический, термомеханический и механический классы сварки); - по виду материала инструмента и оснастки (литье в песчаные, керамические и металлические формы; штамповка эластичным пуансоном, в жестких штампах; точение, фрезерование, сверление); - по характеру нагрева заготовок (местный и общий нагрев, пайка в печи, соляной ванне, паяльником, электронным или световым лучом, индукционная); - по агрегатному состоянию реакционной среды (формирование диффузионных покрытий через твердую, жидкую, газообразную и паровую фазы и т.д.). <p>4.2 Основные методы получения деталей: литье, пластическое деформирование, спекание, резание, электрофизические и электрохимические способы обработки.</p>	<p>4. Технологии изготовления деталей из металлических, порошковых и композиционных материалов</p>

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия, термины и законы химии; – современные конструкционные, композиционные, порошковые материалы, их физико-химические свойства; <p>Уметь (ОПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять знания по химии и материаловедению в инновационной деятельности; <p>Владеть (ОПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками проведения лабораторных исследований и интерпретации результатов экспериментов. 	отлично	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала по химии и материаловедению отличное; – умения и навыки решения типовых задач отличные; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы отличное; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента отличное.
	хорошо	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала по химии и материаловедению хорошее; – умения и навыки решения типовых задач хорошие; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы хорошее; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента хорошее.
	удовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала по химии и материаловедению среднее; – умения и навыки решения типовых задач средние; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы среднее; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента среднее.
	неудовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала по химии и материаловедению ниже среднего; – умения и навыки решения типовых задач ниже среднего; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы ниже среднего; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента ниже среднего.

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

Дисциплина Химия и материаловедение имеет важное значение в системе подготовки специалистов для различных областей экономики. Она знакомит обучающихся со строением веществ, их физическими и химическими свойствами, а также способами их получения и направлениями использования в различных областях. Дисциплина направлена на получение теоретических знаний и практических навыков по химии и материаловедению, необходимых для их дальнейшего использования в инновационной деятельности. Изучение дисциплины Химия и материаловедение предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы;
- практические занятия;
- контрольную работу;
- самостоятельную работу;
- консультации;
- экзамен.

После освоения раздела «1. Основные понятия и законы химии» обучающиеся должны знать:

- квантово-механическую модель строения атома;
- периодическую систему элементов Д.И. Менделеева в свете квантовой теории строения атома;
- виды химической связи: ионную и водородную, ван-дер-ваальсовы силы;
- кристаллическое состояние вещества, типы кристаллических решеток, классификацию кристаллических форм, дефекты в кристаллах;
- жидкое и аморфное состояния вещества;
- правило фаз Гиббса.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:

- составления электронных и электронно-графических формул элементов;
- сопоставления различных свойств элементов, руководствуясь их положением в периодической системе;
- составления уравнений реакции гидролиза в полном молекулярном и ионном видах;
- расчета pH и pOH в растворах кислот и оснований;
- анализа фазовой диаграммы.

Необходимо овладеть навыками применения изученных методов в конкретных ситуациях:

- проведения простейшего химического эксперимента;
- работы на современной аппаратуре для проведения эксперимента.

После освоения раздела «2. Конструкционные материалы и их физико-химические свойства» обучающиеся должны знать:

- конструкционные стали: классификацию по назначению, качеству, структуре и требованиям, предъявляемые к ним;
- особенности структуры различных сталей, термическую и химико-термическую обработку, свойства и применение;
- цветные металлы и их сплавы: классификацию, термическую обработку, свойства, маркировку и применение сплавов алюминия, магния, меди, титана, никеля;
- общие сведения о неметаллических материалах, особенности свойств и области применения;
- классификацию полимерных материалов; термопластичные и термореактивные полимеры, их физическое состояние в зависимости от температуры; старение полимеров;
- пластмассы: составы, свойства, получение; наполнители, пластификаторы, красители, отвердители, катализаторы для пластмасс, их влияние на свойства пластмасс;

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:

- объяснения особенностей структуры различных металлических и неметаллических материалов и ее влияния на их свойства и области применения;
 - выбора метода их обработки для придания конкретных свойств и применения.
- Необходимо овладеть навыками применения изученных методов в конкретных ситуациях:*
- проведения простейшего химического эксперимента.

После освоения раздела «3. Технологии получения композиционных и порошковых материалов» обучающиеся должны знать:

- композиционные материалы и принципы их получения;
- композиционные материалы с металлическими и полимерными матрицами, их преимущества и недостатки, области применения;
- основные виды композиционных материалов: стеклопластики, углепластики, боропластики, керметы, твердые сплавы и другие;
- области применения полимерных композиционных материалов;
- керамические материалы: получение и состав, их преимущества и недостатки, способы борьбы с хрупкостью, области использования;
- порошковые материалы: получение, преимущества и недостатки;
- конструкционные, инструментальные порошковые материалы, материалы со специальными свойствами, их области применения.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:

- объяснения особенностей структуры различных композиционных и порошковых материалов и ее влияния на их свойства и области применения;
- выбора метода их обработки для придания конкретных свойств и применения.

После освоения раздела «4. Технологии изготовления деталей из металлических, порошковых и композиционных материалов» обучающиеся должны знать:

- классификацию способов получения заготовок и деталей по различным признакам;
- основные методы получения деталей: литье, пластическое деформирование, спекание, резание, электрофизические и электрохимические способы обработки.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:

- выбора технологии получения заготовок из различных материалов в зависимости от особенностей получаемой структуры, свойств и областей применения;
- выбора метода изготовления деталей и их обработки для придания конкретных свойств.

Самостоятельную работу целесообразно начинать с внимательного ознакомления с теоретическими сведениями, далее рекомендуется ответить на вопросы для самопроверки, приведенные в конце каждой лабораторной работы, и только после этого приступить к выполнению заданий лабораторной работы. Самостоятельная работа, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений, заключается в работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе материалов из литературных и электронных источников информации по заданной теме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления об основных закономерностях протекания химических реакций, о химических свойствах металлов и неметаллов, а также их соединений, о процессах, протекающих в растворах электролитов и неэлектролитов.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: повторить основные теоретические сведения по дисциплине, по каждой теме самостоятельно ответить на 2-3 вопроса, выполнить тестовые задания. Необходимо повторить практический материал, связанный с составлением электронных и графических формул атомов и ионов, уравнений химических реакций в полном и сокращенном ионном видах, схем катодного и анодного процессов при электролизе растворов электролитов, подбора коэффициентов в ОВР.

В процессе консультации с преподавателем обучающемуся необходимо уяснить вопросы, вызвавшие затруднение при самостоятельном изучении курса. Консультации можно получить по вопросам организации самостоятельной работы и по другим организационно-методическим вопросам.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

Химия и материаловедение

1. Цель и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов целостного мировоззрения на свойства материалов путем изучения фундаментальных законов химии, методов получения металлических и неметаллических материалов, закономерностей зависимости их свойств от химического состава, структуры, способов обработки и условий эксплуатации.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучить взаимосвязь строения, структуры и свойств материалов, способы формирования заданных свойств, современные методы получения металлических, порошковых и композиционных материалов;
- помочь обучающимся получить навыки лабораторных исследований;
- научить обучающихся решать типовые задачи.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебной работы, включая самостоятельную работу: лекций 17 ч., лабораторных работ 17 ч., практических занятий 17 ч., самостоятельная работа 93 ч.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Основные понятия и законы химии
- 2 – Конструкционные материалы и их физико-химические свойства
- 3 – Технологии получения композиционных и порошковых материалов
- 4 – Технологии изготовления деталей из металлических, порошковых и композиционных материалов

3. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции:

ОПК-7 – способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен

*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 № _____ от «___» _____ 20 ____ г.,
(разработчик)

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
ОПК-7	способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности	1. Основные понятия и законы химии	1.1. Строение атома и периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева	ЛРН№1 ЛРН№2 ЛРН№3 ЛРН№5
			1.2. Химическая связь	ПЗ№1 ПЗ№2
			1.3. Диаграммы состояния	ПЗ№3 кр
		2. Конструкционные материалы и их физико-химические свойства	2.1. Металлы и сплавы	ЛРН№4 ЛРН№7
			2.2. Неметаллические материалы	ЛРН№8 ПЗ№4 ПЗ№5 кр
		3. Технологии получения композиционных и порошковых материалов	3.1. Композиционные материалы	ПЗ№6 ПЗ№7
			3.2. Порошковые материалы	
		4. Технологии изготовления деталей из металлических, порошковых и композиционных материалов	4.1. Способы получения заготовок	ПЗ№8
			4.2. Методы получения деталей	

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
Знать (ОПК-7): – основные понятия, термины и законы химии; – современные конструкционные, композиционные, порошковые материалы, их физико-химические свойства;	отлично	– знание теоретического контролируемого материала раздела дисциплины отличное; – умения и навыки решения типовых задач отличные; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы отличное; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента отличное.

<p>Уметь (ОПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять знания по химии и материаловедению в инновационной деятельности; <p>Владеть (ОПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками проведения лабораторных исследований и интерпретации результатов экспериментов. 	<p>хорошо</p>	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала раздела дисциплины хорошее; – умения и навыки решения типовых задач хорошие; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы хорошее; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента хорошее.
	<p>удовлетворительно</p>	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала раздела дисциплины среднее; – умения и навыки решения типовых задач средние; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы среднее; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента среднее.
	<p>неудовлетворительно</p>	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала раздела дисциплины ниже среднего; – умения и навыки решения типовых задач ниже среднего; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы ниже среднего; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента ниже среднего.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство от «11» августа 2016 г. № 1006

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018 г. №413

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125

Программу составила:

Варданян Маргарит Андраниковна, доцент, канд.тех.наук, доцент

_____ (подпись)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭБЖиХ от «___» декабря 2018 г., протокол №__

Заведующий кафедрой ЭБЖиХ _____

М.Р. Ерофеева

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____

М.И. Черутова

Директор библиотеки _____

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕН факультета от «___» декабря 2018 г., протокол №__

Председатель методической комиссии ЕНФ _____

М.А. Варданян

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления _____

Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____

(методический отдел)