

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.22 Материаловедение

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

основной профессиональной образовательной программы
по специальности

21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
специализация №1 «Физические процессы горного производства»

(код и наименование направления подготовки
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

высшее образование – специалитет

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

горный инженер (специалист)

квалификация

очная

форма обучения

2019

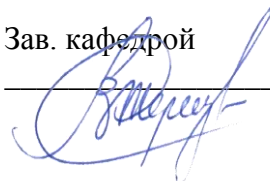
год набора

Составитель:

Бекетова Е.Б., к.т.н., доцент кафедры
горного дела, наук о Земле и
природообустройства

Утверждено на заседании кафедры горного
дела, наук о Земле и природообустройства
(протокол № 9 от «30» мая 2019 г.)

Зав. кафедрой



Терещенко С.В.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью изучения дисциплины «Материаловедение» является формирование у студентов необходимого уровня знаний о составе, строении и свойствах основных металлических и неметаллических материалов, методах упрочнения металлов и сплавов, рациональных областях применения тех или иных конструкционных материалов, применяемых в горном деле.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- химический состав, структуры, свойства и области применения основных промышленных материалов, а также способы и режимы их упрочнения;
- строение и свойства материалов, применяемых в горном деле;
- сущность явлений, происходящих в них в условиях эксплуатации изделий;
- современные способы получения материалов с эксплуатационными свойствами;
- методы определения основных технологических и эксплуатационных свойств материалов;
- общие требования безопасности при применении материалов в горном деле.

Уметь:

- оценивать и прогнозировать поведение материалов и изделий из них под воздействием различных внешних эксплуатационных факторов.

Владеть:

- методами целенаправленного изменения свойств материалов;
- представлениями о закономерностях, связывающих химический состав, структуру и свойства материалов;
- навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материалов и методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (ОПК-4).

3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Данная дисциплина относится к базовой части образовательной программы по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализация №1 «Физические процессы горного производства».

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, которые они получили в процессе изучения дисциплин: «Физика», «Химия», «Геология».

В свою очередь, дисциплина «Материаловедение» представляет собой методологическую базу для изучения дисциплин: «Соппротивление материалов», «Горные машины и оборудование», «Основы проектирования» и др.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы или 144 часа.
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивных формах	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
3	5	4	144	44	8	8	60	7	48	-	36	экзамен
Итого:		4	144	44	8	8	60	7	48	-	36	экзамен

В интерактивной форме часы используются в виде устного опроса, заслушивания и обсуждения, подготовленных студентами практических (решение задач) работ по тематике дисциплины.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
1.	Основные методы исследования металлов и сплавов	2			2		2	
2.	Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов	4	2		6	1	4	
3.	Строение реальных металлов	2		2	4		4	
4.	Деформация и механические свойства металлов	6	2		8	2	6	
5.	Процессы, происходящие при нагреве деформированного металла	4		2	6		4	
6.	Разрушение металлов	2	2		4	2	4	
7.	Железоуглеродистые сплавы	4		2	6		5	
8.	Основы теории термической обработки стали	6	2		8	2	6	
9.	Технология термической обработки стали	6		2	8		6	
10.	Конструкционные стали	4			4		4	
11.	Сплавы на основе алюминия	4			4		3	
	Экзамен							36
	Итого:	44	8	8	60	7	48	36

Содержание дисциплины

Тема 1. Основные методы исследования металлов и сплавов. Роль материалов в современной технике. Работы отечественных и зарубежных ученых в области металловедения

Тема 2. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Понятие о пространственной кристаллической решетке и элементарной ячейке. Основные типы кристаллических решеток металлов (ОЦК, ГЦК, ГПУ). Анизотропия свойств. Квазиизотропия в поликристаллическом материале.

Тема 3. Строение реальных металлов. Классификация дефектов кристаллического строения (ДКС). Точечные дефекты. Понятие о дислокации. Краевая, винтовая дислокации. Границы зерен. Влияние ДКС на механические свойства металлов.

Тема 4. Деформация и механические свойства металлов. Упругая деформация. Упругие константы и от чего они зависят. Основные механические характеристики металлов. Пластическая деформация. Плоскости и направления скольжения в кристаллах. Роль нормальных и касательных напряжений. Сдвиговая деформация как движение ДКС типа дислокаций. Пластическая деформация поликристаллов. Структура и свойства деформированного металла. Явление наклепа. Текстура деформации. Два пути повышения прочности металлов (схема Одингга): 1) создание бездефектных кристаллов; 2) повышение плотности дислокаций или создание микроскопической неоднородности, препятствующей их движению.

Тема 5. Процессы, происходящие при нагреве деформированного металла. Термодинамическая неустойчивость деформированного металла. Изменение структуры и свойств деформированного металла с повышением температуры. Возврат. Вакансионный отдых. Полигонизация. Первичная рекристаллизация. Собирабельная рекристаллизация. Факторы, влияющие на величину зерна рекристаллизованного металла. Вторичная рекристаллизация. Текстура рекристаллизации.

Тема 6. Разрушение металлов. Разрушение металлов. Хрупкое и вязкое разрушение. Схема А.Ф.Иоффе. Испытания на ударную вязкость. Понятие о пороге хладноломкости металлов. Факторы, влияющие на склонность металла к хрупкому разрушению.

Тема 7. Железоуглеродистые сплавы. Полиморфизм железа. Критические точки железа. Взаимодействие железа с углеродом. Фазы железоуглеродистых сплавов, их характеристика и свойства. Процессы кристаллизации и формирования структуры сплавов с различным содержанием углерода (сталей и чугунов). Классификация чугунов по форме графитных включений и строению металлической основы. Серый, ковкий, высокопрочный чугуны; получение, свойства маркировка.

Углеродистые стали. Критические точки сталей. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа. Маркировка углеродистых сталей. Маркировка легированных сталей.

Тема 8. Основы теории термической обработки стали. Критические точки сталей. Превращение перлита в аустенит. Рост зерна аустенита при нагреве. Влияние величины зерна на свойства стали. Влияние легирующих элементов на процесс образования аустенита и на рост зерна аустенита. Перегрев, пережог, причины их возникновения и меры предупреждения.

Превращения в стали при охлаждении. Изотермический распад переохлажденного аустенита эвтектоидной стали. Три ступени превращения. Перлитное (диффузионное) превращение по типу I ступени. Свойства перлита, троостита, сорбита.

Мартенситное превращение (III ступень) Феноменология мартенситного превращения, его основные особенности. Свойства мартенсита.

Промежуточное (бейнитное) превращение. Механизм превращения. Строение и свойства продуктов распада. Изотермический распад переохлажденного аустенита доэвтектоидных и заэвтектоидных углеродистых сталей. Влияние легирующих элементов

на изотермический распад переохлажденного аустенита. Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении. Верхняя критическая скорость закалки и факторы, на нее влияющие.

Превращения, происходящие при нагреве закаленной стали. Строение и свойства структур отпуска. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске (вторичная твердость, отпускная хрупкость)

Тема 9. Технология термической обработки стали. Предварительная термическая обработка стали (отжиг и нормализация) и цель ее проведения.

Закалка. Выбор температуры нагрева под закалку. Термические и структурные напряжения, возникающие при закалке и меры их ослабления. Способы закалки стали (в одном охладителе, в двух охладителях, ступенчатая, изотермическая, с самоотпуском).

Закаливаемость и прокаливаемость стали. Факторы, влияющие на прокаливаемость. Влияние прокаливаемости на свойства стали. Отпуск стали. Виды и назначение отпуска (низкотемпературный, среднетемпературный и высокотемпературный). Влияние отпуска на свойства стали. Термомеханическая обработка стали, основные виды, влияние обработки на свойства сталей.

Поверхностная закалка (ТВЧ, при нагреве лазером). Химико-термическая обработка стали. Физические основы химико-термической обработки, свойства сталей после ХТО. Цементация стали. Назначение. Стали, применяемые для цементации. Термообработка цементованных деталей. Азотирование стали. Стали, применяемые для азотирования. Свойства азотированного слоя. Нитроцементация стали.

Тема 10. Конструкционные стали. Назначение конструкционных сталей различного химического состава. Низкоуглеродистые (цементуемые стали). Состав, термообработка, свойства. Среднеуглеродистые стали (улучшаемые) стали. Состав, термообработка, свойства. Рессорно-пружинные стали. Состав, термообработка, свойства. Шарикоподшипниковые стали. Состав, термообработка, свойства. Нержавеющие стали (хромистые, хромоникелевые). Состав, свойства. Интеркристаллитная коррозия, меры борьбы с ней.

Тема 11. Сплавы на основе алюминия. Алюминий и его свойства. Алюминиевые сплавы. Их классификация и применение: деформируемые сплавы, не упрочняемые термообработкой, деформируемые сплавы, упрочняемые термообработкой. Литейные алюминиевые сплавы. Маркировка алюминиевых сплавов.

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

Основная литература:

1. Материаловедение и технология металлов. Учебник/ Под ред. Г.П. Фетисова. - М.: Высшая школа, 2002. - 638 с.
2. Богодухов С.И. Курс материаловедения в вопросах и ответах. Учебное пособие. - М.: Машиностроение, 2005. - 288 с.

Дополнительная литература:

3. Материаловедение. Учебное пособие/ под ред. В.С. Чередниченко. - М.: Омега-Л, 2009. - 752 с.
4. Шубина Н.Б. Материаловедение в горном машиностроении: учебное пособие / Н.Б. Шубина. - 2-е изд., испр. и перераб. - М.: Горная книга, 2011. - 269 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=99698](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=99698)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);
- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);
- лаборатория молекулярной физики и материаловедения.

7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ:

1. ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;
2. ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

7.3 СОВРЕМЕННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ:

1. Электронная база данных Scopus;
2. «Университетская библиотека online» – электронная библиотечная система – <http://biblioclub.ru/>
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" – <http://window.edu.ru/>;
4. Информационный портал "Студенту вуза" – <http://studentu-vuza.ru/>.

7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.

8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ

Не предусмотрено.

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.

Приложение 1 к РПД «Материаловедение»
21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
специализация №1 «Физические процессы горного производства»
Форма обучения – очная
Год набора - 2019

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
3.	Специализация	№1 «Физические процессы горного производства»
4.	Дисциплина (модуль)	Материаловедение
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2019

1. Методические рекомендации

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, решения задач и выполнение практических работ.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы обучающихся являются лекции, лабораторные и практические работы.

1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

В учебном процессе, помимо чтения лекций, используются интерактивные формы (устный опрос, тестирование, консультации). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры. Студентам необходимо:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик» (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к

основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к преподавателю. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

1.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим (решение задач) и лабораторным занятиям

Лабораторные работы служат для закрепления теоретических знаний, полученных на лекциях и практических занятиях. При выполнении лабораторной работы студенты имеют возможность применить теоретические знания к решению практических задач, убедиться на практике в правильности полученных теоретических результатов.

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического (лабораторного) занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы;
- при подготовке к практическим (лабораторным) занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и материалы правоприменительной практики;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- в ходе выполнения практической (лабораторной) работы давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждое задание до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин) или не подготовившимся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по выполнению заданий.

В случае если сроки сдачи работ превышены, количество баллов сокращается.

Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

1.3. Методические рекомендации по подготовке к устному опросу

Устный опрос – наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном контроле устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.

Как и любая другая форма подготовки к контролю знаний, устный опрос имеет ряд особенностей, знание которых помогает успешно ответить на поставленный вопрос. Можно дать следующие методические рекомендации:

- студент должен изучить лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов;
- обратить внимание на усвоение основных понятий дисциплины;
- выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения, составить тезисы выступления по отдельным проблемным аспектам.

Тема и вопросы устного опроса доводятся до студентов заранее. Эффективность подготовки студентов к устному опросу зависит от качества ознакомления с рекомендованной литературой.

В среднем, подготовка к устному опросу занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации студентом своей самостоятельной работы.

1.4. Методические рекомендации для занятий в интерактивной форме

В учебном процессе, помимо чтения лекций и аудиторных занятий, используются интерактивные формы (в целях выработки навыков применения теории при анализе реальных проблем, обсуждение отдельных разделов дисциплины, консультации). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, задачи, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.

В курсе изучаемой дисциплины «Материаловедение» в интерактивной форме часы используются в виде: устного опроса, заслушивания и обсуждения подготовленных студентами практических (решение задач) работ по тематике дисциплины.

Тематика занятий с использованием интерактивных форм

№ п/п	Тема	Интерактивная форма	Часы, отводимые на интерактивные формы	
			лекции	Практические занятия
1	Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов	Устный опрос Практическая работа		1
2	Деформация и механические свойства металлов	Устный опрос Практическая работа		2
3	Разрушение металлов	Устный опрос Практическая работа		2
4	Основы теории термической обработки стали	Устный опрос, практическая работа		2
ИТОГО:				7 часов

1.5. Методические рекомендации по подготовке к экспресс-опросу по освоенным дома самостоятельно терминам и понятиям

Для осуществления контроля над подготовкой самостоятельной работы студентов, преподаватель проводит экспресс-опрос в группе. Экспресс-опрос проводится в устной или письменной форме.

Устный экспресс – опрос должен охватывать всех присутствующих на занятии студентов. Вопросы задаются преподавателем по теме самостоятельно изученной литературе. Письменный опрос заключается в ответе в письменной форме на непосредственно задаваемые вопросы преподавателя.

Экспресс-опрос, в зависимости от вариантов его применения может служить для проверки степени, глубины усвоения студентами конкретных тем самостоятельно изучаемого курса.

Преподаватель использует различные варианты экспресс-опросов: постановка вопросов, количество которых зависит от объема теоретического материала по данной теме. Вопросы должны отражать узловые аспекты данной темы. Преподаватель постепенно (по мере готовности) собирает ответы у студентов, анализирует и определяет те вопросы, которые получили наименьшее количество правильных ответов. Называет эти вопросы, привлекая к ним внимание всех, и предлагает их прокомментировать (дать более правильный ответ), тем студентам, которые на них ответили правильно. Преподаватель, расставляя акценты, подводит итог обсуждению темы.

Либо преподаватель собирает ответы на поставленные вопросы и анализирует их в конце занятия. Обобщает полученные результаты, выделяет группу студентов, которые дали неправильные ответы, и проводит с ними индивидуальную работу (индивидуальные консультации).

1.6. Методические рекомендации по подготовке и оформлению реферата

Реферат – письменная работа объемом 12-15 печатных страниц, выполняемая студентом в течение от одной недели до месяца. Реферат – краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу.

Реферат отвечает на вопрос – что содержится в данной публикации (публикациях). Однако реферат – не механический пересказ работы, а изложение ее существа. В настоящее время, помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу. Тему реферата предложить преподаватель или сам студент, в последнем случае она должна быть согласована с преподавателем.

В реферате нужны развернутые аргументы, рассуждения, сравнения. Материал подается не столько в развитии, сколько в форме констатации или описания. Содержание реферлируемого произведения излагается объективно от имени автора. Если в первичном документе главная мысль сформулирована недостаточно четко, в реферате она должна быть конкретизирована и выделена. Функции реферата:

- информативная (ознакомительная);
- поисковая; справочная;
- сигнальная;
- индикативная;
- адресная коммуникативная.

Степень выполнения этих функций зависит от содержательных и формальных качеств реферата, а также от того, кто и для каких целей их использует.

Требования к языку реферата: он должен отличаться точностью, краткостью, ясностью и простотой. Структура реферата:

- Титульный лист (см. образец ниже).
- Содержание, в котором указаны названия всех разделов реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата;
- Введение. Объем введения составляет 1-1.5 страницы.
- Основная часть реферата может иметь одну или несколько глав, состоящих из 2-3 параграфов (подпунктов, разделов) и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. В том случае если цитируется или используется чья-либо неординарная мысль, идея, вывод, приводится какой-либо цифрой материал, таблицу – обязательно сделайте ссылку на того автора у кого вы взяли данный материал.
- Заключение содержит главные выводы, и итоги из текста основной части, в нем отмечается, как выполнены задачи и достигнуты ли цели, сформулированные во введении.
- Приложение может включать графики, таблицы, расчеты.
- Список литературы. Здесь указывается реально использованная для написания реферата литература. Список составляется согласно правилам библиографического описания. Библиографический список составляется в алфавитном порядке или в порядке упоминания источника. Список использованных источников должен быть составлен единообразно. Каждый источник отражается в списке в порядке его упоминания в тексте арабскими цифрами.

Номера литературных источников в тексте заключаются в квадратные скобки.

Пример.

В физике известна функция $M(u, h)$, определяющая так называемое число Маха, зависящее от скорости самолета u и от высоты полета h [2].

Раскрытие темы предполагает, что в тексте реферата излагается относящийся к теме материал и предлагаются пути решения содержащейся в теме проблемы; связность текста предполагает смысловую соотносительность отдельных компонентов, а цельность – смысловую законченность текста.

План реферата.

Изложение материала в тексте должно подчиняться определенному плану – мыслительной схеме, позволяющей контролировать порядок расположения частей текста. Универсальный план научного текста, помимо формулировки темы, предполагает изложение вводного материала, основного текста и заключения. Все научные работы – от реферата до докторской диссертации – строятся по этому плану, поэтому важно с самого начала научиться придерживаться данной схемы.

Требования к введению.

Введение – начальная часть текста. Оно имеет своей целью сориентировать читателя в дальнейшем изложении. Во введении аргументируется актуальность исследования, – т.е. выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Далее констатируется, что сделано в данной области предшественниками; перечисляются положения, которые должны быть обоснованы. Введение может также содержать обзор источников или экспериментальных данных, уточнение исходных понятий и терминов, сведения о методах исследования. Во введении обязательно формулируются цель и задачи реферата.

Основная часть реферата.

Основная часть реферата раскрывает содержание темы. Она наиболее значительна по объему, наиболее значима и ответственна. В ней обосновываются основные тезисы реферата, приводятся развернутые аргументы, предполагаются гипотезы, касающиеся существа обсуждаемого вопроса.

Важно проследить, чтобы основная часть не имела форму монолога. Аргументируя собственную позицию, можно и должно анализировать и оценивать позиции различных исследователей, с чем-то соглашаться, чему-то возражать, кого-то опровергать. Установка на диалог позволит избежать некритического заимствования материала из чужих трудов – компиляции.

Изложение материала основной части подчиняется собственному плану, что отражается в разделении текста на главы, параграфы, пункты. План основной части может быть составлен с использованием различных методов группировки материала: классификации (эмпирические исследования), типологии (теоретические исследования), периодизации (исторические исследования).

Заключение.

Заключение – последняя часть научного текста. В ней краткой и сжатой форме излагаются полученные результаты, представляющие собой ответ на главный вопрос исследования. Здесь же могут намечаться и дальнейшие перспективы развития темы. Небольшое по объему сообщение также не может обойтись без заключительной части – пусть это будут две-три фразы. Но в них должен подводиться итог проделанной работы.

Список литературы.

Реферат любого уровня сложности обязательно сопровождается списком используемой литературы. Названия книг в списке располагают по алфавиту с указанием выходных данных использованных книг.

Требования, предъявляемые к оформлению реферата.

Текст курсовой работы следует набирать на компьютере и печатать на принтере. Допускается машинописное и рукописное оформление. Цвет печати (письма) – черный, синий, фиолетовый.

Текст работы выполняется на стандартной белой односортной бумаге формата А4 размером 210×297 мм только с одной стороны. Поля слева должны быть 3 см, справа – 1.5 см, верхнее – 2 см и нижнее – 2.5 см. Рекомендуется использовать текстовый редактор Word, шрифт – Times New Roman размером 12 с полуторным интервалом. Контур буквы и знаков должны быть без ореола и расплывающейся краски. Насыщенность букв должна быть ровной в пределах всей работы. Абзац должен начинаться на расстоянии (табуляции) 1.27 см от левого края страницы.

При рукописном оформлении необходимо выдерживать требования по размеру полей.

Таблицы и иллюстрации при необходимости можно изготовить на листах формата А1 – А3 и подшить в сложенном виде в приложения.

Если в тексте есть ссылки на формулы, таблицы, рисунки, то им необходимо присвоить порядковые номера арабскими числами в круглых скобках. Причем, первое число обозначает номер главы, а второе число – например, номер формулы, рисунка, таблицы в пределах главы.

Опечатки и графические неточности можно исправлять подчисткой, закрашиванием белой краской или заклеиванием полосками белой бумаги с новым текстом. На одной странице допускаются не более пяти исправлений.

Об особенностях языкового стиля реферата.

Для написания реферата используется научный стиль речи. В научном стиле легко осязаемый интеллектуальный фон речи создают следующие конструкции:

- Предметом дальнейшего рассмотрения является...
- Остановимся прежде на анализе последней.
- Эта деятельность может быть определена как...
- С другой стороны, следует подчеркнуть, что...
- Это утверждение одновременно предполагает и то, что...
- При этом ... должно (может) рассматриваться как ...
- Рассматриваемая форма...
- Ясно, что...
- Из вышеприведенного анализа... со всей очевидностью следует...
- Довод не снимает его вопроса, а только переводит его решение...
- Логика рассуждения приводит к следующему...
- Как хорошо известно...
- Следует отметить...
- Таким образом, можно с достаточной определенностью сказать, что ...

Опускаются малоинформативные части сложного предложения, в сложном предложении упрощаются союзы. Например:

Не следует писать	Следует писать
Ми видим, таким образом, что в целом ряде случаев...	Таким образом, в ряде случаев...
Имеющиеся данные показывают, что...	По имеющимся данным
Представляет собой	Представляет
Для того чтобы	Чтобы
Сближаются между собой	Сближаются
Из таблицы 1 ясно, что...	Согласно таблице 1.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

Кафедра горного дела, наук о Земле и природообустройства

Дисциплина: _____

Реферат

на тему: _____

Выполнил(а): _____
Ф.И.О. студента (ки)

_____ курс, группа,
специальность

Научный руководитель _____
Ф.И.О.

1.7. Методические рекомендации по подготовке опорного конспекта

Студентам необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры. Студентам необходимо иметь полный конспект лекций, прочитанных в аудиторные часы и тем, теоретического материала, освоивших обучающимися самостоятельно.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

1.8. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена

Преподаватель может принимать экзамен только в том случае, если студент допущен к экзамену. Ведомость преподавателю передает специалист кафедры.

На экзамене обучающийся должен представить зачетную книжку. Если обучающийся не имеет при себе зачетной книжки, экзаменатор не имеет права принимать экзамен.

В экзаменационной ведомости и зачетной книжке экзаменатор должен записать результат экзамена и поставить свою подпись.

Обучающемуся, сдающему экзамен, должно быть дано время, достаточное для тщательной подготовки ответа. Как правило, для подготовки ответов на зачете студент должен иметь не менее 30 минут, но не более часа.

При подготовке ответов на экзамене студент имеет право пользоваться программой по данному предмету.

Во время сдачи экзамена студент не имеет права пользоваться учебником, учебным пособием, конспектом, каким-либо источником.

Пользование «шпаргалками» должно повлечь за собой безусловное удаление студента с экзамена с выставлением оценки «неудовлетворительно» в экзаменационной ведомости.

Студенту должна быть предоставлена возможность полностью изложить свои ответы. Не рекомендуется прерывать студента, за исключением случаев, когда он отвечает не на тот вопрос, который ему задан, или когда он сразу же допускает грубую ошибку. Преподаватель может также прервать студента, если сказанного им достаточно, чтобы вполне положительно оценить его знания.

Не следует часто поправлять отвечающего, учитывая, что некоторые студенты утрачивают уверенность от замечаний преподавателя, которые он делает по ходу экзамена, что сказывается на качестве их ответов.

Экзаменатор задает дополнительные вопросы после того, как студент закончит ответ по данному вопросу, или по окончании ответов на все вопросы билета. Дополнительные вопросы должны быть поставлены четко и ясно. При выставлении оценок экзаменатор принимает во внимание не столько знание материала, часто являющееся результатом механического запоминания прочитанного, сколько умение ориентироваться в нем, логически рассуждать, а равно применять полученные знания к практическим вопросам. Важно также учесть форму изложения.

Попытки отдельных студентов выпрашивать повышение оценок следует корректно, но решительно пресекать.

Качество учебной работы обучающихся преподаватель оценивает с использованием критериев и шкалы оценивания (см. Приложение 2).

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ по итогам выполнения всех заданий: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.

1.9. Методические рекомендации по выполнению курсовых работ.

Выполнение курсовой работы учебным планом не предусмотрено.

2. Планы практических занятий

Занятие 1. Основные свойства материалов (2 часа)

План:

1. Определение физических, механических, технологических свойств материалов

Литература: [4, с. 15-35], [2, с. 3-14].

Вопросы для самоконтроля

1. Какими свойствами обладает данный материал?
2. Как проявляются физические свойства материала?
3. Как проявляются технологические свойства материала?
4. Основные физические свойства.
5. Упругие свойства.
6. Что такое коррозия?
7. Испытания на изгиб. Зачем он проводится?
8. Метод Бринелля.

Задание для самостоятельной работы

1. Построить диаграммы растяжения и сжатия образцов.

Занятие 2. Строение металлических материалов (2 часа)

План:

1. Атомно-кристаллическое строение материалов.
2. Указать структуру сплавов при комнатной температуре и состав фаз в отдельных точках сплавов.
3. Связь свойств со строением металлических материалов

Литература: [4, с. 40-65].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите высокосимметричные решетки с плотной упаковкой атомов.
2. Какими параметрами характеризуется атомная решетка?
3. Кроме числа атомов, приходящихся на элементарную ячейку, кристаллическое строение характеризует координационное число. Дайте характеристику этому числу.
4. Какие типы связи при взаимодействии элементарных частиц могут иметь место?
5. Магнитные превращения.

Задание для самостоятельной работы

1. Построить диаграмму состояния сплавов

Занятие 3. Железоуглеродистые сплавы (2 часа)

План:

1. Построение диаграммы железо-углерод.
2. Построение эпюр напряжений по сечению детали при закалке.

Литература: [4, с. 85-147].

Вопросы для самоконтроля

1. Окончательная термообработка. Закалка.
2. Нормализация.
3. Какое влияние оказывают легирующие элементы на закаливаемость?
4. Прокаливаемость.

Задание для самостоятельной работы

1. Построить диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита эвтектоидной стали.

Занятие 4. Конструкционные стали для деталей горных машин и металлоконструкций (2 часа)

План:

1. Выбор легирующих элементов для литейных сталей.

Литература: [4, с. 149-175].

Вопросы для самоконтроля

1. Литейные свойства сталей.
2. Обратимость резанием.
3. Стали с высокой деформируемостью.
4. Основы рационального выбора стали и режима термообработки

Задание для самостоятельной работы

1. Построить графики режима термообработки сталей.

3. Темы лабораторных работ

№ темы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
3	Макроструктурный анализ сталей и деталей	2
4	Определение механических свойств углеродистых сталей	2
5	Способы упрочнения металлов и сплавов	2
10	Изучение свойств цветных металлов	2
	Защита лабораторных работ	
	Итого	8

Приложение 2 к РПД «Материаловедение»
21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
специализация №1 «Физические процессы горного производства»
Форма обучения – очная
Год набора - 2019

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1. Общие сведения

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
3.	Специализация	№1 «Физические процессы горного производства»
4.	Дисциплина (модуль)	Материаловедение
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2019

2. Перечень компетенций

— готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (ОПК-4)

3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
1. Основные методы исследования металлов и сплавов	ОПК-4	Материалы, применяемые в горнодобывающей промышленности. Маркировка и свойства материалов.	Строить диаграммы состояния металлов и сплавов и давать им характеристики	Методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	Устный опрос Практическая работа
2. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов	ОПК-4	Строение и свойства материалов, применяемых в горном деле	Оценивать и прогнозировать поведение материалов и изделий из них под воздействием различных внешних эксплуатационных факторов	Закономерностями процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, основы их термообработки, способы защиты металлов от коррозии	
3. Строение реальных металлов	ОПК-4	Характеристики конструкционных и строительных материалов, применяемых в горном производстве, способы получения заданных свойств	Выбирать материалы для конструкций по их назначению и условиям эксплуатации	Методами целенаправленного изменения свойств материалов	Выполнение и защита лабораторной работы. Экспресс-опрос по освоенным дома самостоятельно терминам и понятиям
4. Деформация и механические свойства металлов	ОПК-4	Химический состав, структуру, свойства и области применения основных промышленных материалов, а также способы и режимы их упрочнения	Оценивать и прогнозировать поведение материалов и изделий из них под воздействием различных внешних эксплуатационных факторов	Навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материалов и методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных	Устный опрос Практическая работа

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
				факторов	
5. Процессы, происходящие при нагреве деформированного металла	ОПК-4	Строение и свойства материалов, применяемых в горном деле	Назначать соответствующую обработку, методы упрочнения сплавов; Оценивать поведение материалов в условиях производства	Навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	Экспресс-опрос по освоенным дома самостоятельно терминам и понятиям, выполнение и защита лабораторной работы
6. Разрушение металлов	ОПК-4	Методы определения технологических и основных эксплуатационных свойств материалов	Оценивать и прогнозировать поведение материалов и изделий из них под воздействием различных внешних эксплуатационных факторов	Навыками экспериментального определения эксплуатационных свойств материалов и методами оценки поведения материалов под воздействием различных эксплуатационных факторов.	Устный опрос, практическая работа
7. Железоуглеродистые сплавы	ОПК-4	Свойства железа, углерода и цементита. Основные фазы, присутствующие в железоуглеродистых сплавах в равновесном состоянии.	Обоснованно выбрать материалы при конструировании и производстве конкретного изделия, материалы с оптимальным комплексом эксплуатационных и технологических свойств	Знаниями о структуре и свойствах металлов и сплавов	Экспресс-опрос по освоенным дома самостоятельно терминам и понятиям, выполнение и защита лабораторной работы
8. Основы теории термической обработки стали	ОПК-4	Превращения в стали при нагреве и охлаждении	Применять методы математического анализа при решении инженерных задач; выявлять физическую сущность явлений и процессов выполнять применительно к ним технические расчеты	Методами целенаправленного изменения свойств материалов	Устный опрос, реферат, практическая работа

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
9. Технология термической обработки стали	ОПК-4	<p>Диаграммы состояния температур плавления и затвердевания сплавов, химического состава фаз, относительного количества фаз и структурных составляющих. Связь между характером диаграмм состояния и свойствами сплавов (закон Курнакова).</p>	<p>Выбирать режимы термической обработки сплавов с использованием графических и аналитических зависимостей</p>	<p>Методами поверхностного упрочнения (поверхностная закалка, химико-термическая обработка).</p>	<p>Экспресс-опрос по освоенным дома самостоятельно терминам и понятиям, выполнение и защита лабораторной работы</p>
10. Конструкционные стали	ОПК-4	<p>Характеристики конструкционных и строительных материалов, применяемых в горном производстве, способы получения заданных свойств, технологические процессы обработки.</p>	<p>Классифицировать легированные стали по трем группам</p>	<p>Методами улучшения стали</p>	<p>Реферат</p>
11. Сплавы на основе алюминия	ОПК-4	<p>Основные разновидности диаграмм состояния двойных сплавов</p>	<p>Анализировать диаграммы состояния: определять температуры начала и окончания плавления сплавов, находить области равновесного существования твёрдых растворов, обосновывать возможность проведения упрочняющей термической обработки сплавов, оценивать их технологические свойства.</p>	<p>Методом определения количества обеих фаз и их концентрации</p>	<p>Реферат</p>

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1. Устный опрос

Процент правильных ответов	До 60	60-80	81-100
Количество баллов	0	1	2

4.2. Практическая работа

4 балла – студент выполнил полностью все задания указанные в практической/лабораторной работе и может аргументировано пояснить ход своего решения.

3 балла – студент выполнил не менее 85% заданий указанных в практической/лабораторной работе, и может аргументировано пояснить ход своего решения и указать.

2 балла – студент решил не менее 50% заданий указанных в практической/лабораторной работе, и может аргументировано пояснить ход своего решения.

1 балл – студент не может аргументировано пояснить ход своего решения.

В случае, если сроки сдачи работ превышены, студентам сдавшим работу на 4 и 3 балла, количество баллов сокращается до 2 баллов.

4.3. Реферат

Баллы	Характеристики ответа студента
4	<ul style="list-style-type: none">— студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;— уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;— опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;— умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;— делает выводы и обобщения;— свободно владеет понятиями
3	<ul style="list-style-type: none">— студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;— не допускает существенных неточностей;— увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;— аргументирует научные положения;— делает выводы и обобщения;— владеет системой основных понятий
2	<ul style="list-style-type: none">— тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;— допускает несущественные ошибки и неточности;— испытывает затруднения в практическом применении знаний;— слабо аргументирует научные положения;— затрудняется в формулировании выводов и обобщений;— частично владеет системой понятий
1	<ul style="list-style-type: none">— студент не усвоил значительной части проблемы;— допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;— испытывает трудности в практическом применении знаний;— не может аргументировать научные положения;— не формулирует выводов и обобщений;

	— не владеет понятийным аппаратом
--	-----------------------------------

4.4. Экспресс-опрос по освоенным дома самостоятельно терминам и понятиям

Процент правильных ответов	До 60	60-80	81-100
Количество баллов	0	1	2

4.5. Выполнение и защита лабораторной работы

4 балла – студент выполнил полностью все задания указанные в практической/лабораторной работе и может аргументировано пояснить ход своего решения.

3 балла – студент выполнил не менее 85% заданий указанных в практической/лабораторной работе, и может аргументировано пояснить ход своего решения и указать.

2 балла – студент решил не менее 50% заданий указанных в практической/лабораторной работе, и может аргументировано пояснить ход своего решения.

1 балл – студент не может аргументировано пояснить ход своего решения.

В случае если сроки сдачи работ превышены, студентам сдавшим работу на 4 и 3 балла, количество баллов сокращается до 2 баллов.

5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.1. Типовые вопросы к устному опросу

1. Что такое остаточные напряжения в материалах? Их виды?

Ответ: Остаточными или собственными называют напряжения, которые остаются в материале после устранения причин, их вызывающих.

Остаточные напряжения уравниваются внутри тела без воздействия внешних сил. В зависимости от объема тела остаточные напряжения различают следующих видов:

1. Напряжения 1-го рода – эти напряжения уравниваются в объеме всего тела (макронапряжение);
2. Напряжения 2-го рода уравниваются в пределах блоков зерен (микронапряжения);
3. Напряжения 3-го рода уравниваются в пределах объема нескольких элементарных ячеек, т.е. напряжения возникают и локализуются (сосредотачиваются) в ультра – микроскопических объемах.

Напряжения могут вызывать коробление металла, образование трещин в различных изделиях, способствовать хрупкому разрушению.

Остаточные напряжения могут суммироваться с рабочими и вызвать потерю устойчивости или разрушение конструкции.

2. Дайте понятие наклепа и возврата.

Ответ: Наклепом называется изменение свойств металла в результате холодной пластической деформации. При наклепе повышаются прочность и твердость, т.е. происходит упрочнение металла или его нагартовка.

Характеристики пластичности (пластичность, вязкость, относительное удлинение и сужение) понижаются, т.е. происходит охрупчивание металла.

При наклепе изменяются все структурно-чувствительные свойства металла. Сама структура также изменяется. Зерна металла вытягиваются в направлении действия деформации, структура становится слоистой. Упрочнение объясняется тем, что с увеличением степени деформации, на несколько порядков увеличивается число дислокаций.

Металл, подвергнутый пластической деформации, находится в термодинамически неустойчивом состоянии. Нагревание может вернуть ему исходные (до деформации) свойства. Если температуры нагрева находятся в пределах 0.2-0.3°С температуры плавления материала, то наступает процесс возврата.

Снижаются напряжение в материале, улучшается структурное состояние, уменьшается количество дислокаций.

При возврате заметных изменений в структуре металла не наблюдается. Он сохраняет слоистое или волокнистое строение. Механические свойства материала также не изменяются.

5.2. Примерные темы рефератов

1. Факторы, влияющие на склонность металла к хрупкому разрушению.
2. Влияние легирующих элементов на процесс образования аустенита и на рост зерна аустенита.
3. Перегрев, пережог, причины их возникновения и меры предупреждения.
4. Феноменология мартенситного превращения, его основные особенности.
5. Влияние легирующих элементов на изотермический распад переохлажденного аустенита.
6. Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении.
7. Верхняя критическая скорость закалки и факторы, на нее влияющие.
8. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске (вторичная твердость, отпускная хрупкость).
9. Превращения, происходящие при нагреве закаленной стали. Строение и свойства структур отпуска.
10. Предварительная термическая обработка стали (отжиг и нормализация) и цель ее проведения.
11. Способы закалки стали (в одном охладителе, в двух охладителях, ступенчатая, изотермическая, с самоотпуском).
12. Химико-термическая обработка стали.
13. Цементация стали. Назначение.
14. Стали, применяемые для цементации.
15. Термообработка цементованных деталей.
16. Азотирование стали.
17. Стали, применяемые для азотирования.
18. Свойства азотированного слоя.
19. Нитроцементация стали.
20. Рессорно-пружинные стали. Состав, термообработка, свойства.
21. Шарикоподшипниковые стали. Состав, термообработка, свойства.
22. Нержавеющие стали (хромистые, хромоникелевые). Состав, свойства.
23. Интеркристаллитная коррозия, меры борьбы с ней.
24. Алюминий и его свойства.
25. Литейные алюминиевые сплавы.
26. Маркировка алюминиевых сплавов.

5.3. Типовые примеры решения задач

Задача 1

Определить среднюю плотность и пористость камня, если водопоглощение его по объему составляет 25 %, водопоглощение по массе – 15 %, истинная плотность 2750 кг/м³.

Решение:

1. Используя стандартные формулы определения водопоглощения по объему и массе, выполним следующие преобразования:

$$W_o = \frac{m_n - m_c}{V_c \rho_v} 100 \%, \quad (1)$$

$$W_m = \frac{m_n - m_c}{m_c} 100 \%. \quad (2)$$

2. Разделив первое выражение на второе, получим

$$\frac{W_o}{W_m} = \frac{\rho_m}{\rho_v}, \quad \text{поскольку } \frac{m_c}{V_c} = \rho_m.$$

3. Определяем среднюю плотность камня:

$$\rho_m = \frac{W_o}{W_m} \cdot \rho_v = \frac{21}{15} \cdot 1000 = 1400 \text{ кг/м}^3,$$

ρ_m – средняя плотность камня;

ρ_v – плотность воды;

W_o – водопоглощение по объему;

W_m – водопоглощение по массе.

4. Определим пористость камня по формуле

$$\Pi = \frac{\rho - \rho_m}{\rho} \cdot 100 \% = \frac{2750 - 1400}{2750} \cdot 100 \% = 49 \%.$$

Задача 2

Определить коэффициент теплопроводности каменного материала, имеющего среднюю плотность 1800 кг/м³.

Решение:

Ориентировочно коэффициент теплопроводности – λ определяется по формуле В.П. Некрасова

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22d^2} - 0,16$$

d – относительная плотность материала, $d = \frac{\rho_m}{\rho_v}$;

ρ_m – средняя плотность материала, кг/м³;

ρ_v – плотность воды, равная 1000 кг/м³.

Подставим в формулу исходные данные и получим:

$$d = 1800/1000 = 1,8;$$

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot 1,8^2} - 0,16 = 0,696 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}.$$

Задача 3

Определить среднюю плотность каменного образца неправильной формы массой 80 г. После покрытия поверхности образца парафином при гидростатическом взвешивании его вес в воде составил 37 г. На парафинирование образца израсходовано 0,75 г парафина с истинной плотностью 0,93 г/см³.

Решение

1. Находим объем парафина, по формуле:

$$V_n = \frac{m_n}{\rho_n},$$

m_n – масса парафина, г;

ρ_n – плотность парафина, г/см³.

$$V_n = \frac{0,75}{0,93} = 0,81 \text{ см}^3.$$

2. Вычислим объем каменного образца из равенства:

$$V_k = \frac{m_{k+n} - m_{k.в}}{\rho_в} - V_n,$$

m_{k+n} – масса камня с парафином на воздухе, г;

$m_{k.в}$ – вес парафинированного камня в воде, г;

$\rho_в$ – плотность воды, г/см³.

$$V_k = \frac{80,75 - 37}{1} - 0,8 = 42,94 \text{ см}^3.$$

3. Определим среднюю плотность образца по формуле:

$$\rho_{mk} = \frac{m_k}{V_k} = \frac{80}{42,94} = 1,863 \text{ г/см}^3.$$

Ответ: $\rho_{mk} = 1863 \text{ кг/м}^3$.

5.4. Типовые примеры практических работ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

Цель работы

1. Изучить теоретический материал по теме работы.
2. Получить представление о видах дефектов в кристаллах и их влиянии на прочность материалов.
3. Ответить на вопросы индивидуального задания.

Основные сведения по теме работы

Идеальные кристаллы в природе не встречаются. Реальные кристаллы, в том числе металлы, всегда имеют отклонения от правильного строения, или дефекты.

Дефекты кристаллического строения классифицируют по геометрическому признаку – по размерам вызываемых ими нарушений периодичности кристаллической решётки. Различают точечные, линейные, поверхностные и объёмные дефекты.

1) *Точечными* называют дефекты, которые малы во всех трёх пространственных направлениях, т. е. соизмеримы с межатомным расстоянием. Это вакансии, межузельные атомы, примеси замещения и внедрения.

Вакансия – это отсутствие атома в узле кристаллической решетки, «пустое место». Атомы вокруг вакансии сближаются, так как в этом месте силы притяжения между атомами превышают силы отталкивания: $F_{пр} > F_{отт}$. Кристалл как бы сжимается, стремится «залечить» дефект. Смещение атомов вокруг вакансии упрощённо показано на рис. 1.1, а.

Вакансии играют огромную роль в процессах диффузии: они способствуют движению атомов внутри металла.

Число их растёт с увеличением температуры: атомы с поверхности металла могут переходить в окружающую среду, получив дополнительную энергию, а образовавшиеся вакансии продвигаются вглубь металла.

Межузельный атом – это собственный, «родной» атом металла, выбитый из

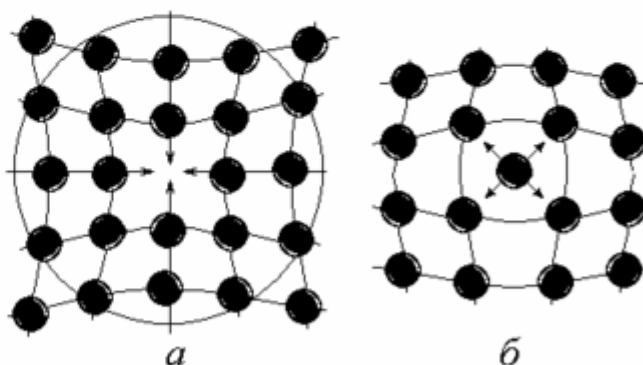


Рис. 1.1. Точечные дефекты: вакансия (а) и межузельный атом (б)

узла. Их всегда меньше, чем вакансий. Вокруг межузельного атома соседи раздвигаются: здесь $F_{отт} > F_{пр}$ (см. рис. 1.1, б).

Примесной атом, или **примесь** – это атом другого, «чужого» вещества, попавшего в металл (обычно из руды при выплавке). Примесные атомы могут замещать собственные в узлах кристаллической решётки (*примесь замещения*) или занимать поры между ними (*примесь внедрения*). Примесные атомы искажают решётку сильнее, чем собственные межузельные атомы, что упрощённо показано на рис. 1.2.

Из всех точечных дефектов существенное влияние на прочность металла оказывают только примеси, особенно примеси внедрения. Они затрудняют пластическую деформацию металла, поэтому повышают прочностные характеристики.

2) *Линейными* называют дефекты, которые малы только в двух пространственных направлениях, а в третьем имеют протяжённость в тысячи и миллионы межатомных расстояний. Эти дефекты называют **дислокациями**. Дислокации бывают краевые, винтовые и смешанные.

Краевая дислокация – это область под краем незавершённой, недостроенной атомной плоскости в металле. (Можно сказать и «над краем», так как понятия «низ» и «верх» в тонкой структуре металла не имеют значения.) Недостроенная плоскость является как бы «лишней», нарушающей идеальную структуру металла (рис. 1.3, а). Ее называют *экстраплоскостью*.

Краевая дислокация может возникнуть при воздействии силы P , деформирующей кристалл: в верхней части кристалла сдвиг прошёл до линии AB , а левее этой линии

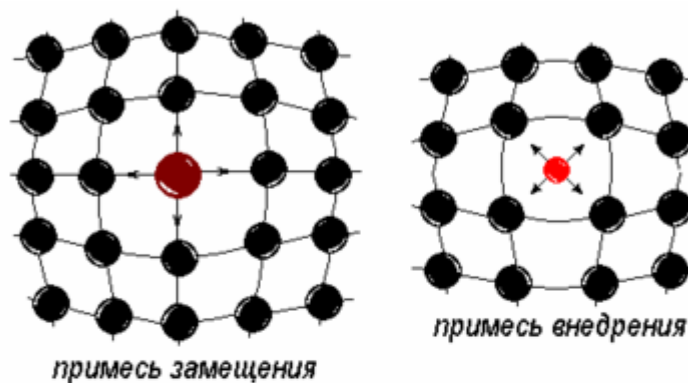


Рис. 1.2. Точечные дефекты: примесные атомы

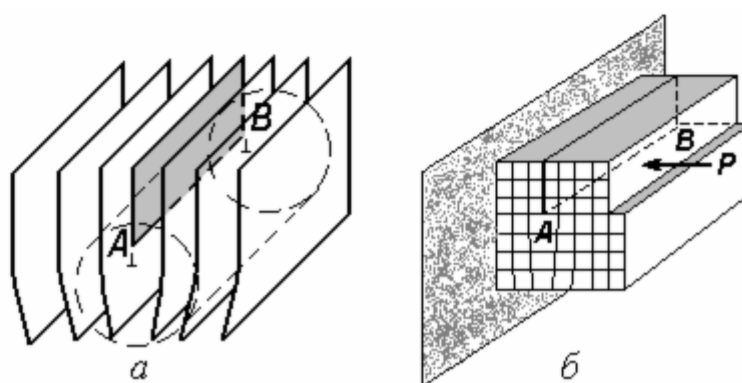


Рис. 1.3. Краевая дислокация (а) и возникновение дислокации при сдвиге (б)

кристалл остался недеформированным. Возникла экстроплоскость; её край AB и есть линия краевой дислокации (см. рис. 1.3, б).

У края экстроплоскости создается разрежение атомов, поэтому ближайшие к нему атомы сдвигаются в сторону отсутствующего ряда. Решётка здесь стремится сжаться, «закрыть» дефект. Область искажения решётки мала в двух направлениях, а в третьем может проходить через весь кристалл. Можно представить краевую дислокацию как трубку диаметром в 2-3 межатомных расстояния, но очень большой длины. В эту разреженную область должны стремиться атомы примесей, так как это энергетически выгодно.

Винтовая дислокация подобна винтовой лестнице; это атомная плоскость, закрученная в спираль и ставшая винтовой поверхностью.

Условно можно представить, что винтовая дислокация возникает, если надрезать кристалл до какой-то прямой AB , а затем сдвинуть одну надрезанную половину вниз относительно другой на одно межатомное расстояние. В области надреза образуется ступенька на каждой атомной плоскости. Получается, что весь кристалл представляет собой винтовую поверхность, «закрученную» вокруг линии AB (рис. 1.4).

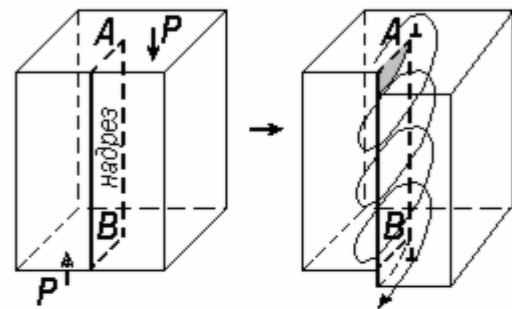


Рис. 1.4. Винтовая дислокация

Чаще всего встречаются **смешанные дислокации**: краевая и винтовая переходят одна в другую. На рис. 1.5 AB – линия смешанной дислокации.

Количество дислокаций в металле характеризуют их плотностью. **Плотность дислокаций** ρ – это суммарная их длина в единице объёма:

$$\rho = \frac{\sum l}{V} [\text{см}^{-2}],$$

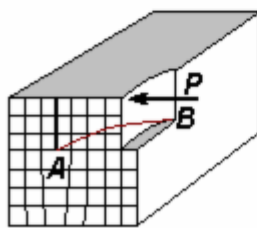


Рис. 1.5. Смешанная дислокация

Дислокации возникают при зарождении и росте кристаллов, а также при деформации.

Дислокации играют важнейшую роль в теории прочности, пластичности и разрушения металлов. Влияние их на прочность неоднозначно: с появлением дислокаций прочность идеального кристалла резко снижается, но при очень большой их плотности снова начинает расти (см. рис. 1.6).

3) **Поверхностными** называют дефекты, которые малы в одном направлении, а в двух других – намного больше межатомного расстояния.

Это *границы зёрен* в поликристаллах, границы субзёрен и двойников (рис. 1.7). Внешние поверхности металлических изделий также являются поверхностными дефектами с особым строением.

Угол разориентировки между двумя соседними зёрнами может быть любым, а между двумя субзёрнами в зерне – не более 6°.

Очень важно хорошо представлять, что граница зерна – это не «стена» из чего-то между соседними зёрнами и не пустота между ними. Это область, где нарушается строго упорядоченное строение металла: атомные плоскости в одном зерне не имеют продолжения в соседнем, там атомные плоскости расположены в другом направлении.

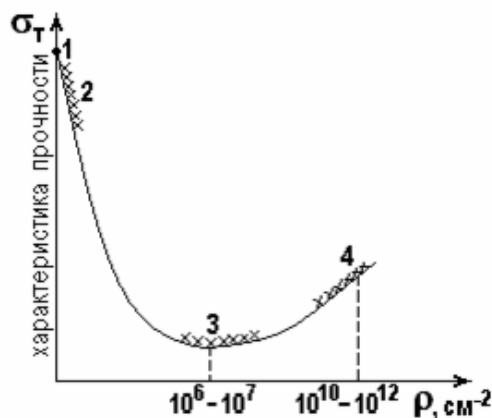


Рис. 1.6. Влияние плотности дислокаций на прочность:

1 – идеальный кристалл; 2 – «усы», кристаллы с минимальной плотностью дефектов; 3 – отожжённые металлы; 4 – сильно деформированные металлы с высокой плотностью дислокаций

Надо также не забывать, что границы зёрен – не линии, хотя именно так мы видим их на отполированной и протравленной поверхности металла. Это поверхности раздела между зёрнами, представляющими собой неправильные многогранники. Каждое зерно как бы «завёрнуто» в свою границу.

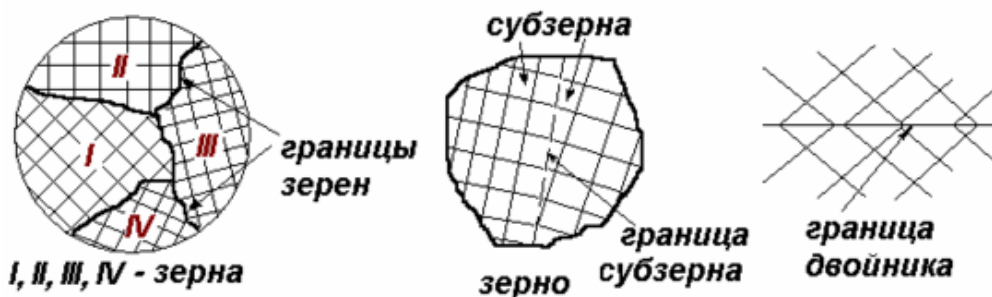


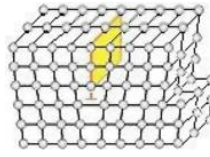
Рис. 1.7. Поверхностные дефекты: границы зёрен, субзёрен и двойников

Влияние поверхностных дефектов на прочность металла велико границы зёрен и субзёрен являются препятствиями для развития деформации, а значит – упрочняют металл. Чем больше поверхность границ в единице объёма, тем прочнее металл.

4) Объёмные дефекты во всех трёх измерениях намного больше межатомного расстояния. Это раковины, поры, зародыши трещин, неметаллические включения. Все объёмные дефекты являются очагам* возможного разрушения, т. е. влияют на прочность отрицательно. По сути, эти дефекты – брак литейного производства и других видов обработки.

Задание для практической работы:

1. Изучить теоретический материал;
2. Ответить письменно на вопросы:
 - а). По какому признаку классифицируются дефекты кристаллического строения?
 - б) Какой дефект показан на рисунке?



- в) Как дислокации влияют на прочность металла?
- г) Объемные дефекты кристаллического строения - это...

5.5. Пример лабораторной работы

СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Цель работы: Получить представление о способах упрочнения металлов и количественной зависимости предела текучести от параметров структуры.

Основные сведения по теме работы

Значительная пластическая деформация деталей машин и конструкций при эксплуатации недопустима. Поэтому повышение прочности металлов и сплавов означает, прежде всего, повышение предела текучести σ_T .

Область II на диаграмме растяжения является областью борьбы за прочность (рис. 3.1). Здесь происходит пластическая деформация, т. е. движение дислокаций:

Чтобы затруднить перемещение дислокаций, нужно создать препятствия для их движения – или избавиться от дислокаций совсем.

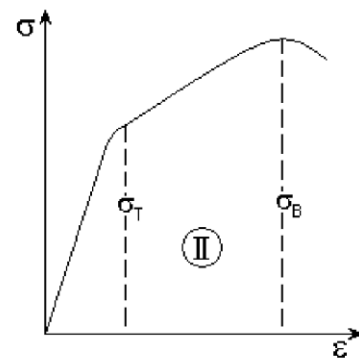


Рис. 3.1. Область пластической деформации

Упрочнение за счёт создания бездефектных кристаллов

Бездефектные кристаллы удастся вырастить в виде тонких нитей, или «усов» (их длина несколько миллиметров, толщина до 20 мкм). Их прочность действительно близка к теоретически рассчитанной.

Кристаллы крупных размеров вырастить без дефектов не удастся.

Не совсем ясно, играет в прочности «усов» главную роль отсутствие дефектов или поверхностное натяжение. Изделия, содержащие такие кристаллы, высокой прочностью не обладают.

Можно сказать, что пока этот путь создания высокопрочных материалов не реализован.

Упрочнение за счёт торможения движущихся дислокаций

1) Упрочнение самими дислокациями

В ходе пластической деформации создается такая высокая плотность дислокаций, что они сами начинают взаимно тормозить скольжение друг друга. Возникает так называемый «лес дислокаций».

При повторном испытании уже продеформированного образца предел текучести оказывается больше: $\sigma_{T2} > \sigma_{T1}$ (рис. 3.2).

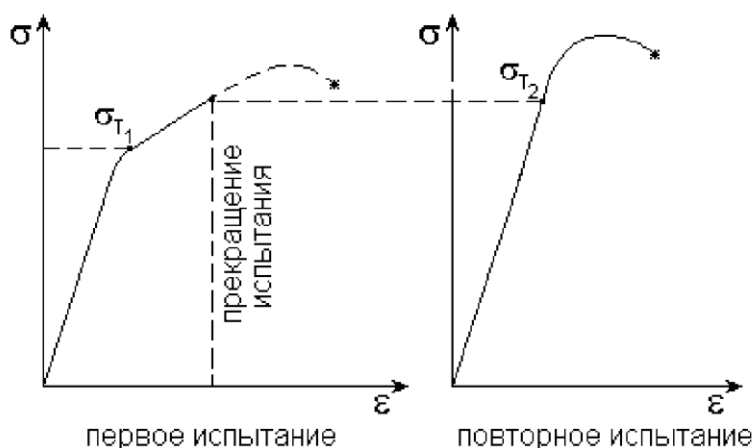


Рис. 3.2. Упрочнение металла при повторном испытании на растяжение

Увеличение предела текучести связано с плотностью дислокаций зависимостью

$$\sigma_T = \sigma_0 + \alpha \cdot G \cdot b \cdot \sqrt{\rho},$$

где σ_0 – напряжение сдвига до упрочнения; α – коэффициент, зависящий от природы металла; G – модуль сдвига; b – вектор Бюргерса (равен расстоянию между соседними атомными плоскостями), ρ – плотность дислокаций.

Примерами использования такого механизма упрочнения являются дробеструйный наклёп пружин, рессор и штампов, патентирование проволоки, чистовая обработка поверхностным пластическим деформированием (обкатка роликами, дорнование отверстий).

2) Упрочнение границами зёрен

В мелкозернистом металле площадь поверхности зёрен в единице объёма больше, чем в крупнозернистом (рис. 3.3). Мелкозернистый металл прочнее, так как на пути скольжения дислокаций встречается больше барьеров – границ зёрен: $\sigma_{T2} > \sigma_{T1}$.

Зависимость предела текучести от размера зерна описывается отношением Холла–Петча:

$$\sigma_T = \sigma_0 + k \cdot d^{1/2},$$

где σ_0 – напряжение сдвига до упрочнения; k – постоянная для данного металла, d – диаметр зерна.

Примеры: модифицирование сплавов при выплавке и литье, рекристаллизация сильно наклёпанного металла, измельчение зерна при фазовых превращениях.

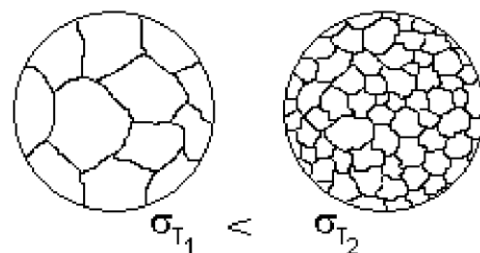


Рис. 3.3. Упрочнение границами зерен

3) Упрочнение растворёнными атомами примесей

Искажения решётки, вызванные атомами примесей, мешают дислокациям свободно скользить (рис. 3.4).

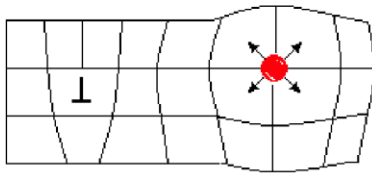


Рис. 3.4. Упрочнение твёрдым раствором

В первом приближении упрочнение при образовании твёрдого раствора можно определить по формуле Мотта-Набарро в зависимости от количества примеси:

$$\sigma_T = G \cdot \varepsilon^2 \cdot C,$$

где G – модуль сдвига, ε – параметр, зависящий от различия размеров атомов растворённого компонента r и растворителя r_0 , C – атомная концентрация растворённого компонента. Можно принять параметр $\varepsilon = (r - r_0)/r_0$.

Примерами применения такого механизма упрочнения являются практически все сплавы в современной технике. Все они являются твёрдыми растворами. При закалке сплавов создают пересыщенные твёрдые растворы, добиваясь значительно упрочнения.

4) Упрочнение дисперсными частицами второй фазы

Дисперсные, т. е. очень мелкие, частицы имеют размеры порядка 100 нм. Более крупные частицы не являются таким эффективным препятствием для дислокаций.

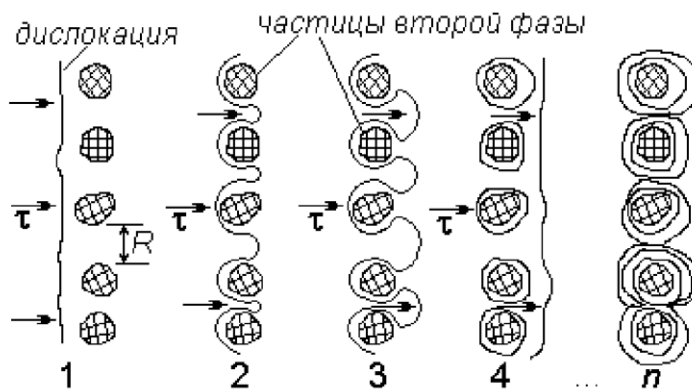


Рис. 3.5. Упрочнение дисперсными частицами второй фазы

Огибая мелкие частицы (рис. 3.5, 2), дислокации замыкаются вокруг них (3), при этом возникают дислокационные петли (4), или кольца. Прохождение множества дислокаций приводит к образованию так называемых колец Орована (n). Дальнейшее скольжение дислокаций на этом участке затруднено.

Если частицы второй фазы не округлые, а игольчатые, то дислокации «наматываются» на них, как нитки на веретено.

Упрочнение дисперсными частицами зависит от расстояния между ними L :

$$\sigma_T = \sigma_0 + (G \cdot b)/L,$$

где σ_0 – напряжение сдвига до упрочнения; G – модуль сдвига; b – вектор Бюргера (равен расстоянию между соседними атомными плоскостями).

По такому механизму упрочняются очень многие сплавы: дуралюмины, бронзы, сплавы титана, некоторые стали.

В большинстве современных высокопрочных материалов используются несколько способов упрочнения одновременно: твёрдый раствор и мелкие частицы химического соединения, твёрдый раствор с высокой плотностью дислокаций и т. п.

Задания

- 1) Объясните следующие явления на основе представлений о дислокациях:
- а) холодная механическая обработка повышает твёрдость алюминия;
 - б) сплав, состоящий из 20 % цинка и 80 % меди, твёрже чистой меди;
 - в) твёрдость никеля возрастает при введении в него частиц окиси тория.
- 2) Необходимо получить сплав:
- а) с большим сопротивлением деформации, твёрдостью, прочностью, имеющий высокую долговечность и работоспособность при работе в условиях износа и значительных механических нагрузок;
 - б) с высокой пластичностью, низкими значениями твёрдости и сопротивления деформации, имеющий хорошую обрабатываемость резанием и давлением.
- Опишите структуру сплава, которая обеспечит требуемые свойства в обоих случаях.
- 3) Определить предел текучести и величину упрочнения металла после холодной пластической деформации, в результате которой плотность дислокаций увеличилась до 10^{10} см^{-2} .

Металл	σ_0 , МПа	b , нм	α	G , ГПа
алюминий	40	0,404	0,3	27
железо	130	0,286	0,2	77

Связь между пределом текучести и плотностью дислокаций описывается уравнением

$$\sigma_T = \sigma_0 + \alpha \cdot G \cdot b \cdot \sqrt{\rho},$$

где σ_0 – напряжение сдвига до упрочнения; α – коэффициент, зависящий от природы металла; G – модуль сдвига; b – вектор Бюргерса (равен расстоянию между соседними атомными плоскостями).

4) Сплав железа с 0,8 % углерода имеет структуру твёрдого раствора с дисперсными частицами карбида железа Fe_3C , очень твёрдыми и прочными. Определить предел текучести сплава, если расстояние между частицами Fe_3C составляет: а) 20 нм, б) 40 нм, в) 60 нм, г) 80 нм, д) 100 нм.

Считать, что дислокации проходят между частицами. Предел текучести зависит от расстояния между частицами следующим образом:

$$\sigma_T = \sigma_0 + (G \cdot b) / L,$$

где σ_0 – напряжение сдвига до упрочнения; G – модуль сдвига; b – вектор Бюргерса (равен расстоянию между соседними атомными плоскостями).

Металл	σ_0 , МПа	b , нм	G , ГПа
железо	130	0,286	77

Построить график зависимости $\sigma_T = f(L)$ и проанализировать его.

5) Определить предел текучести железа с величиной зерна 100, 50, 30, 10 и 5 мкм, используя отношение Холла–Петча:

$$\sigma_T = \sigma_0 + k \cdot d^{1/2},$$

где σ_0 – напряжение сдвига до упрочнения (130 МПа для железа); k – постоянная для данного металла (129 МПа·мм^{1/2} для железа).

Построить график зависимости $\sigma_T = f(d)$ и проанализировать его.

6) Сплав алюминия с 4 % меди имеет структуру твёрдого раствора с дисперсными частицами интерметаллического соединения CuAl_2 , имеющими повышенную прочность. Определить предел текучести сплава, если расстояние между частицами CuAl_2 составляет: а) 24 нм, б) 40 нм, в) 60 нм, г) 80 нм, д) 100 нм.

Считать, что дислокации проходят между частицами. Предел текучести зависит от расстояния между частицами следующим образом:

$$\sigma_T = \sigma_0 + (G \cdot b) / L,$$

где σ_0 – напряжение сдвига до упрочнения; G – модуль сдвига; b – вектор Бюргерса (равен расстоянию между соседними атомными плоскостями).

Металл	σ_0 , МПа	b , нм	G , ГПа
алюминий	40	0,404	27

Построить график зависимости $\sigma_T = f(L)$ и проанализировать его.

7) Определить напряжение сдвига τ , необходимое, чтобы выгнуть линию дислокации в полуокружность между мелкими твердыми частицами, расположенными на расстоянии L друг от друга.

8) Предел текучести крупнозернистой латуни 20 МПа. При величине зерна 4 мкм – 120 МПа. Чем объясняется такое увеличение и чему равен коэффициент β для латуни? ($\sigma_T = \beta \cdot d^{1/2}$.)

9) Определить предел текучести и величину упрочнения металла после холодной пластической деформации, в результате которой плотность дислокаций увеличилась до 10^{10} см^{-2} .

Металл	σ_0 , МПа	b , нм	α	G , ГПа
титан	450	0,296	0,4	44
никель	150	0,352	0,3	73

Связь между пределом текучести и плотностью дислокаций описывается уравнением

$$\sigma_T = \sigma_0 + \alpha \cdot G \cdot b \cdot \sqrt{\rho},$$

где σ_0 – напряжение сдвига до упрочнения; α – коэффициент, зависящий от природы металла; G – модуль сдвига; b – вектор Бюргерса (равен расстоянию между соседними атомными плоскостями).

10) Два образца из одного и того же металла были пластически деформированы с уменьшением площади поперечного сечения. Один образец представляет собой цилиндр, а второй – прямоугольный параллелепипед; форма поперечного сечения в ходе деформации не изменилась. Исходные и конечные размеры образцов следующие:

	Цилиндрический (диаметр, мм)	Призматический (мм)
Исходные размеры	15,2	125? 175
Конечные размеры	11,4	75? 200

Какой из образцов приобрёл наибольшую твёрдость после деформации? Объясните ответ.

11) Недеформированный металл имеет средний размер зерна 40 мкм. Можно ли добиться уменьшения величины зерна до 10 мкм? Если да, то объясните, каким способом это можно сделать и какие процессы произойдут в структуре металла. Если нет – объясните, почему.

5.6. Вопросы к экзамену

1. Понятие о пространственной кристаллической решетке и элементарной ячейке.
2. Основные типы кристаллических решеток металлов (ОЦК, ГЦК, ГПУ).
3. Анизотропия свойств.
4. Квазиизотропия в поликристаллическом материале.
5. Классификация дефектов кристаллического строения (ДКС).
6. Точечные дефекты. Понятие о дислокации. Краевая, винтовая дислокации. Границы зерен.
7. Влияние ДКС на механические свойства металлов.
8. Упругая деформация. Основные механические характеристики металлов.
9. Пластическая деформация. Плоскости и направления скольжения в кристаллах.
10. Роль нормальных и касательных напряжений. Сдвиговая деформация как движение ДКС типа дислокаций.
11. Пластическая деформация поликристаллов. Структура и свойства деформированного металла.
12. Явление наклепа. Текстура деформации.
13. Два пути повышения прочности металлов (схема Одингга).
14. Термодинамическая неустойчивость деформированного металла.
15. Изменение структуры и свойств деформированного металла с повышением температуры. Возврат. Вакансионный отдых.
16. Полигонизация. Первичная рекристаллизация. Собирательная рекристаллизация.
17. Факторы, влияющие на величину зерна рекристаллизованного металла.
18. Вторичная рекристаллизация. Текстура рекристаллизации.
19. Понятие о холодной, теплой и горячей пластической деформации.
20. Разрушение металлов. Хрупкое и вязкое разрушение. Схема А.Ф.Иоффе.
21. Испытания на ударную вязкость. Понятие о пороге хладноломкости металлов.
22. Полиморфизм железа. Критические точки железа. Взаимодействие железа с углеродом.
23. Фазы железоуглеродистых сплавов, их характеристика и свойства.
24. Процессы кристаллизации и формирования структуры сплавов с различным содержанием углерода (сталей и чугунов).

25. Классификация чугунов по форме графитных включений и строению металлической основы.
26. Серый, ковкий, высокопрочный чугуны; получение, свойства маркировка.
27. Углеродистые стали.
28. Критические точки сталей. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей.
29. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа.
30. Маркировка углеродистых сталей.
31. Маркировка легированных сталей.
32. Критические точки сталей. Превращение перлита в аустенит. Рост зерна аустенита при нагреве.
33. Влияние величины зерна на свойства стали. Превращения в стали при охлаждении.
34. Изотермический распад переохлажденного аустенита эвтектоидной стали. Три ступени превращения.
35. Перлитное (диффузионное) превращение по типу I ступени. Свойства перлита, троостита, сорбита.
36. Мартенситное превращение (III ступень). Свойства мартенсита.
37. Промежуточное (бейнитное) превращение. Механизм превращения. Строение и свойства продуктов распада.
38. Изотермический распад переохлажденного аустенита доэвтектоидных и заэвтектоидных углеродистых сталей.
39. Выбор температуры нагрева под закалку. Термические и структурные напряжения, возникающие при закалке и меры их ослабления.
40. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Факторы, влияющие на прокаливаемость.
41. Влияние прокаливаемости на свойства стали.
42. Виды и назначение отпуска (низкотемпературный, среднетемпературный и высокотемпературный). Влияние отпуска на свойства стали.
43. Термомеханическая обработка стали, основные виды, влияние обработки на свойства сталей.
44. Поверхностная закалка (ТВЧ, при нагреве лазером).
45. Физические основы химико-термической обработки, свойства сталей после ХТО.
46. Назначение конструкционных сталей различного химического состава.
47. Низкоуглеродистые (цементуемые стали). Состав, термообработка, свойства. Среднеуглеродистые стали (улучшаемые) стали. Состав, термообработка, свойства.
48. Алюминиевые сплавы. Их классификация и применение.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства специализация №1 «Физические процессы горного производства»

(код, направление, профиль)

Шифр дисциплины по РУП	Б1.Б.22				
Дисциплина	Материаловедение				
Курс	3	семестр	5		
Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства				
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность	Бекетова Елена Борисовна, к.т.н., доцент				
кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства					
Общ. трудоемкость _{час/ЗЕТ}	144/4	Кол-во семестров	2	СРС _{общ./тек. сем.м.}	48/48
ЛК _{общ./тек. сем.}	44/44	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	8/8	ЛБ _{общ./тек. сем.}	8/8
				Форма контроля	Экзамен

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

- готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (ОПК-4).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок				
Не предусмотрен				
Основной блок				
ОПК-4	Устный опрос	4	8	В течение семестра
ОПК-4	Практическая работа	4	16	В течение семестра
ОПК-4	Выполнение и защита лабораторной работы	4	16	В течение семестра
ОПК-4	Экспресс-опрос по освоенным дома самостоятельно терминам и понятиям	4	8	В течение семестра
ОПК-4	Реферат	3	12	В течение семестра
Всего:			60	
ОПК-4	Экзамен		1 вопрос - 20 2 вопрос - 20	По расписанию
Всего:			40	
Итого:			100	
ОПК-4	Подготовка опорного конспекта		10	По согласованию с преподавателем
Всего баллов по дополнительному блоку			10	

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.