Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Получение и свойства высокопрочных материалов

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(направленность (профиль): «Материаловедение и технологии конструкционных и функциональных материалов (в)»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 202

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 09-04-2026 13:22:15 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение закономерностей, связывающих состав и структуру высокопрочных материалов с их эксплуатационными свойствами;
– изучение особенностей изменения свойств высокопрочных материалов в различных условиях их эксплуатации.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение знаний об основных классах высокопрочных сплавов, о связи между параметрами технологии, структурой и свойствами высокопрочных материалов;
– формирование умений в области выбора оптимальных технологических режимов получения и обработки высокопрочных материалов с необходимым сочетанием свойств.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Прочность и разрушение материалов;
– Материаловедение;
– Механические свойства сплавов и композитов;
– Термическая обработка материалов.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Анализ и контроль качества материалов;
– Методы исследования структуры материалов;
– Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора	Планируемые результаты

(группы) ПК		достижения ПК	обучения
	ПК-1: Способен разрабатывать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	ПК-1.1 Устанавливает требования к физико-механическим, технологическим и эксплуатационным свойствам материалов и изделий машиностроения	– знать: основные виды, назначение высокопрочных материалов и технологию их обработки для получения требуемого комплекса свойств. – уметь: выбирать оптимальные технологические режимы получения и обработки высокопрочных материалов с необходимым сочетанием свойств.
		ПК-1.2 Осуществляет обоснованный выбор материалов с необходимым комплексом физико-механическим, технологических и эксплуатационных свойств	– знать: требования к комплексу физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств высокопрочных материалов с учетом их предполагаемых функций. – уметь: осуществлять обоснованный выбор высокопрочных материалов на основе анализа их свойств в соответствии с их назначением.
	ПК-2: Способен осуществлять сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	ПК-2.3 Устанавливает возможность замены материалов для деталей и инструмента при сопровождении типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	– знать: основные свойства высокопрочных материалов различных классов и их изменение в процессе эксплуатации изделий. – уметь: проводить сравнительный анализ и устанавливать возможность замены материалов для деталей и

			инструмента при сопровождении типовых технологических процессов.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***7 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***130***	*130*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***18***	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные классы высокопрочных сталей;

Тема 1.1 Механизмы упрочнения, применяемые для создания высокопрочных сталей (Деформационное и зернограничное упрочнение. Упрочнение при легировании. Упрочнение при мартенситном превращении);

Тема 1.2 Легированные низкоотпущенные стали (Закалка и низкий отпуск как вид упрочняющей обработки конструкционных сталей);

Тема 1.3 Дисперсионно-твердеющие стали (Химический состав и особенности термической обработки дисперсионно-твердеющих сталей);

Тема 1.4 Среднеуглеродистые среднелегированные стали, упрочненные ТМО (Влияние легирующих элементов на соотношение процессов упрочнения и разупрочнения при ТМО. Режимы ТМО);

Тема 1.5 Высокопрочные метастабильные аустенитные стали (Аустенитные метастабильные ПНП и ПНД-стали);

Тема 1.6 Мартенситно-стареющие стали (Влияние отдельных легирующих элементов на структуру и свойства МСС. Классификация МСС. Совершенствование составов и способов обработки МСС);

Раздел 2 Композиционные материалы высокой удельной прочности и малой плотности;

Тема 2.1 Дисперсно-упрочненные композиционные материалы (Дисперсно-упрочненные композиционные материалы на основе алюминия);

Тема 2.2 Волокнистые композиционные материалы на основе алюминия (Композиционные материалы с алюминиевой матрицей, упрочненные волокнами бора, углерода, карбида кремния).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные классы высокопрочных сталей		
Тема 1.1.	Механизмы упрочнения, применяемые для создания высокопрочных сталей	2	
Тема 1.2.	Легированные низкоотпущенные стали	2	
Тема 1.3.	Дисперсионно-твердеющие стали	2	
Тема 1.4.	Среднеуглеродистые среднелегированные стали, упрочненные ТМО	2	
Тема 1.5.	Высокопрочные метастабильные аустенитные стали	2	
Тема 1.6.	Мартенситно-стареющие стали	2	
Раздел 2.	Композиционные материалы высокой удельной прочности и малой плотности		
Тема 2.1.	Дисперсно-упрочненные композиционные	2	

	материалы		
Тема 2.2.	Волокнистые композиционные материалы на основе алюминия	2	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные классы высокопрочных сталей		
Тема 1.1.	Вклад различных механизмов в общее упрочнение сталей	4	
Тема 1.6.	Мартенситностареющие стали	4	
Раздел 2.	Композиционные материалы высокой удельной прочности и малой плотности		
Тема 2.2.	Основные виды волокнистых композиционных материалов на основе алюминия	4	
Тема 2.2.	Методы производства металлических волокнистых композиционных материалов	4	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	80	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	50	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**148**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося

используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе

по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументированно отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми

Оценка	Требования к знаниям
	умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Арзамасов, Б.Н. Материаловедение / Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г., – Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 648 с. – ISBN 978-5-7038-1860-2. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703818602.html (дата обращения: 27.03.2026);

2 Специальные материалы в машиностроении [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирайнен. - изд. 4-е, стереот. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2024. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938084773.html (дата обращения: 27.03.2026);

3 Ковалева, А. А. Специальные стали и сплавы : учеб. пособие / А. А. Ковалева, Е. С. Лопатина, В. И. Аникина, Т. Р. Гильманшина – Красноярск : СФУ, 2016. – 232 с. – ISBN 978-5-7638-3470-3. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763834703.html (дата обращения: 27.03.2026);

4 Солнцев, Ю. П. Хладостойкие стали и сплавы : учебник / Ю. П. Солнцев. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2005. – 480 с. – ISBN 5-93808-101-7. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5938081017.html (дата обращения: 27.03.2026);

5 Гуляев, А.П. Металловедение : учебник для вузов / А.П. Гуляев, А.А. Гуляев. – 7-е изд, перераб. и доп. – Москва : Альянс, 2012. – 643 с. : ил. – ISBN 9785903034987.;

6 Гольдштейн М.И. Специальные стали : учебник для вузов / М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер. – Москва : Металлургия, 1985. – 408 с.;

7 Лахтин, Ю. М. Материаловедение : учебник для вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Альянс, 2013. – 528 с.– ISBN 9785918720332.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;

– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

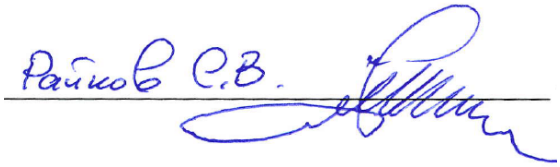
Составитель(и):

профессор Попова Марина Владимировна (кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Генеральный директор
ООО «ВЕСТ 2002», д.т.н., доцент
С.В. Райков



Приложение

1 Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся (примерно)

Выберите один правильный ответ.

1. Механическая характеристика, обозначаемая $\sigma_в$ – это:
   а) предел пропорциональности
   б) модуль Юнга
   в) предел прочности
2. Линейными дефектами кристаллической решетки являются:
   а) трещины
   б) границы зерен
   в) вакансии
   г) дислокации
3. Точечными дефектами кристаллической решетки являются
   а) вакансии
   б) границы зерен
   в) дислокации
   г) поры
4. Свойство металлических кристаллов, существенно зависящее от плотности дислокаций, – это
   а) электросопротивление
   б) прочность
   в) анизотропия
5. Радиус концентратора напряжений при определении ударной вязкости максимален для
   а) KCU
   б) KCV
   в) KCT
6. Временное сопротивление на стадии собирательной рекристаллизации
   а) уменьшается
   б) увеличивается
   в) остается постоянным
7. Относительное удлинение поликристаллического металла с увеличением степени его холодной деформации
   а) остается постоянным
   б) увеличивается
   в) уменьшается
8. Упрочнение металла в процессе холодной пластической деформации объясняется
   а) уменьшением числа дислокаций
   б увеличением число дислокаций
   в) фазовыми превращениями

9. Температура горячей деформации сплавов
    1) (0,3–0,4) Тпл
    2) (0,7–0,75) Тпл
    3) (0,1–0,2) Тпл
10. Измельчение зерен металлов и сплавов относится к технологической операции
    а) алитирование
    б) модифицирование
    в) легирование
11. Минимальная температура, при которой в структуре деформированного металла зарождаются и растут новые зерна с недеформированной структурой
    а) рекристаллизации
    2) плавления
    3) кристаллизации
12. Процесс образования и роста новых равноосных зерен из деформированных
    а) возврат
    2) полигонизация
    3) кристаллизация
13. Упрочнение металла в процессе холодной пластической деформации
    а) рекристаллизация
    2) наклеп
    3) возврат
14. Деформация, проводимая при температуре выше температуры рекристаллизации
    а) остаточная
    2) холодная
    3) горячая
15. Деформация, проводимая при температуре ниже температуры рекристаллизации
    а) остаточная
    2) холодная
    3) горячая
16. Температура рекристаллизации чистых металлов
    а) (0,3–0,4) Тпл
    2) (0,6–0,7) Тпл
    3) (0,1–0,2) Тпл
17. Температура рекристаллизации сплавов
    а) (0,3–0,4) Тпл
    2) (0,6–0,7) Тпл
    3) (0,1–0,2) Тпл
18. Параметр, с увеличением которого пластичность металла увеличивается, а сопротивление деформации уменьшается

1) температура обработки
2) содержание углерода в стали
3) скорость деформации

19. Твердость и прочность металла при наклепе
1) не изменяется
2) уменьшается
3) увеличивается

20. Пластичность и ударная вязкость при наклепе
1) не изменяется
2) увеличивается
3) уменьшается

21. Пересыщенный твердый раствор углерода в α-железе называется
1) цементитом
2) аустенитом
3) мартенситом

22. Перлит, сорбит и троостит отличаются друг от друга
1) степенью дисперсности феррито-цементитной структуры
2) фазовым составом
3) формой цементитных включений

23. При изотермическом распаде аустенита структуры перлитного типа в углеродистых сталях образуются в интервале температур
1) (500–350) °С
2) (727–500) °С
3) (911–727) °С

24. Кристаллическая решетка мартенсита
1) гексагональная
2) гранецентрированная кубическая
3) тетрагональная

25. Критическая скорость охлаждения при закалке – это
1) минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения мартенситной структуры
2) минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения трооститной структуры
3) минимальная скорость охлаждения, необходимая для фиксации аустенитной структуры

2 Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1 Основные классы высокопрочных сталей

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса (примерно):

1. Какие методы упрочнения среднелегированных сталей Вы знаете?
2. Какие структурные изменения в сталях приводят к их упрочнению в процессе деформации?
3. Как влияет плотность дислокаций на величину деформационного упрочнения?
4. Какие теории объясняют рост критического напряжения сдвига при образовании твердых растворов?
5. Какое уравнение служит для расчета упрочнения сталей вследствие измельчения зерна?
6. Чем отличается дисперсионное упрочнение от дисперсного?
7. Какая стадия распада пересыщенного твердого раствора обеспечивает максимальную прочность сталей и почему?
8. Что такое отпускная хрупкость стали? В чем она проявляется?
9. При каких температурах проявляется отпускная хрупкость I рода и почему ее называют необратимой?
10. По каким механизмам происходит охрупчивание мартенсита, отпущенного при температурах 250–300 °С?
11. В чем состоит наиболее вероятный механизм появления отпускной хрупкости I рода?
12. При каких условиях проявляется отпускная хрупкость II рода?
13. Для каких сталей характерна отпускная хрупкость II рода?
14. Почему отпускную хрупкость II рода называют обратимой?
15. Какие существуют методы борьбы с обратимой отпускной хрупкостью?
16. Какие элементы и в каких количествах включает комплекс легирующих элементов для высокопрочных дисперсионно-твердеющих сталей?
17. Что такое отпускная хрупкость первого и второго рода?
18. Почему в низкоотпущенные стали обязательно добавляют кремний?
19. С какой целью в низкоотпущенные стали вводят азот?
20. Какие виды разрушения низкоотпущенных сталей в процессе эксплуатации Вы знаете?
21. Почему отпускную хрупкость второго рода называют обратимой?
22. В чем заключается эффект дисперсионного твердения сталей?
23. Какие критерии необходимо учитывать при выборе карбидообразующих элементов?
24. Какие существуют способы повышения интенсивности дисперсионного твердения?

25. В чем преимущества дисперсионно-твердеющих сталей по сравнению с низкоотпущенными?
26. Какие стали называют мартенситностареющими?
27. Какой вклад в формирование свойств мартенситностареющих сталей системы легирования Fe-18Ni-Co-Mo-Ti вносит каждый легирующий элемент?
28. Почему в мартенситностареющих сталях строго ограничивают количество титана?

Раздел 2 Композиционные материалы высокой удельной прочности и малой плотности

1 Устный опрос на лекции
Перечень вопросов для устного опроса (примерно):

1. Что такое удельная прочность?
2. Какие материалы называют композиционными?
3. В чем отличие сплава от композита?
4. Чем армирующий элемент отличается от матрицы?
5. По каким признакам классифицируют композиционные материалы (КМ)?
6. Какова классификация КМ по природе компонентов?
7. Какова классификация КМ по структуре композита?
8. Что обеспечивает матрица в КМ?
9. В чем различие механизмов упрочнения композиционных материалов – волокнистых и дисперсно-упрочненных?
10. Чем отличаются композиционные материалы от обычных сплавов по механическим свойствам?
11. Чем достигается высокая прочность дисперсно-упрочненных композиционных материалов?
12. Каким образом можно получить композиты с требуемым сочетанием эксплуатационных и технологических свойств?
13. Что собой представляют металлические композиционные материалы?
14. Какими основными параметрами определяются свойства МВКМ?
15. Чем определяется выбор матричного металла?
16. Что такое совместимость матрицы и волокна?
17. Что такое минимальная и критическая концентрации волокон в КМ?
18. Как влияет ориентация волокон на разрушение композита?
19. Какие факторы влияют на прочность волокнистых КМ?

20. Как влияют легирующие добавки на стабильность волокнистого композита?
21. Почему алюминий и его сплавы часто используются для создания МВКМ?
22. В чем преимущество использования в качестве матрицы КМ термически упрочняемых сплавов?
23. Какие свойства ВКМ на основе алюминия улучшаются путем армирования высокопрочными и высокомодульными волокнами?
24. В каких отраслях промышленности наиболее целесообразно применение МВКМ на основе алюминия и почему?
25. Какие направления развития КМ существуют в настоящее время?

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Раздел 1 Основные классы высокопрочных сталей

Перечень вопросов для тестирования (примерно):

1. Стали называют высокопрочными, если их прочностные свойства не ниже
   1) $\sigma_в \geq 1500$ МПа, $\sigma_т \geq 2000$ МПа
   2) $\sigma_в \geq 1200$ МПа, $\sigma_т \geq 1500$ МПа
   3) $\sigma_в \geq 1500$ МПа, $\sigma_т \geq 1200$ МПа
2. Причина высокой прочности мартенсита закалки…
   1) образование сильно пересыщенного твердого раствора внедрения и высокая плотность дефектов кристаллического строения
   2) образование сильно пересыщенного твердого раствора замещения и высокий уровень термических напряжений
   3) образование сильно пересыщенного твердого раствора внедрения и образование дисперсных частиц карбидов
3. В структуре закаленной стали всегда присутствует остаточный аустенит, так как превращение А→М при закалке не идет до конца…
   1) из-за резкого повышения уровня упругих напряжений при увеличении объемной доли мартенсита
   2) из-за резкого повышения плотности дефектов кристаллического строения
   3) из-за того, что мартенсит имеет объемно-центрированную тетрагональную решетку

4. Низколегированные стали имеют суммарное содержание легирующих элементов

1) менее 2,5 %
2) менее 15 %
3) менее 10 %
4) менее 5 %

5. Отпускная хрупкость стали проявляется в том, что при некоторых условиях отпуска происходит резкое падение значений:

1) предела прочности
2) ударной вязкости
3) твердости

6. Отпускная хрупкость II рода является обратимой, т.к.

1) проявляется у всех сталей, независимо от их состава и скорости охлаждения после отпуска
2) повторный отпуск при более высоких температурах устраняет отпускную хрупкость и сталь к становится к ней несклонной
3) может быть устранена повторным высоким отпуском с быстрым охлаждением и вызвана вновь высоким отпуском с последующим медленным охлаждением

7. Буква «А» в маркировке стали 38ХН3МФА означает, что сталь:

1) является автоматной
2) содержит азот в качестве легирующего элемента
3) является высококачественной

8. Для повышения устойчивости к отпуску высокопрочные низкоотпущенные стали легируют…

1) кремнием
2) углеродом
3) никелем

9. Для обеспечения эффекта дисперсионного твердения за счет выделения карбидов при высоком отпуске сталей их комплексно легируют:

1) 5 % Cr; 5 % Mo и 5 % V
2) 0,5 % Cr; 1–2 % Mo и 5 % V
3) 5 % Cr; 1–2 % Mo и 0,5 % V

10. Термическая обработка дисперсионно-твердеющих сталей включает

1) закалку от 900°С и отпуск при 200–250°С
2) закалку от 1050°С и отпуск при 200–250°С
3) закалку от 1050°С и отпуск при 600–650°С

11. Высокопрочные низкоотпущенные стали рекомендуют использовать для изготовления изделий, работающих в условиях

1) циклического нагружения и при температурах не выше 300–350°С
2) динамических нагрузок и при температурах не выше 200–250°С
3) плавного нагружения и при температурах не выше 200–250°С

12. Термомеханическая обработка стали – это…

1) холодная деформация стали в аустенитном состоянии с последующей закалкой и отпуском на заданную прочность
2) холодная деформация мартенсита с последующим его превращением при отпуске в феррито-карбидную структуру
3) деформация стали в аустенитном состоянии с последующей закалкой и отпуском на заданную прочность

13. Режим деформации стали при НТМО:
1) деформация при Мн < Тдеф < Трекр, степень деформации ε = 30%
2) деформация при Т > Трекр, степень деформации ε = 25–30%
3) деформация при Т > Трекр, степень деформации ε = 80%

14. Предел прочности высокопрочной стали должен быть не меньше…
1) 1500 МПа
2) 1000 МПа
3) 1300 МПа

15. Причина тетрагональности решетки мартенсита в стали…
1) образование пересыщенного твердого раствора замещения никеля в γ-железе
2) образование пересыщенного твердого раствора внедрения углерода в α-железе
3) образование пересыщенного твердого раствора внедрения углерода в γ-железе

16. Критическая скорость охлаждения при закалке – это
1) минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения мартенситной структуры
2) минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения трооститной структуры
3) минимальная скорость охлаждения, необходимая для фиксации аустенитной структуры

17. Высоколегированные стали имеют суммарное содержание легирующих элементов
1) более 2,5 %
2) более 10 %
3) более 15 %

18. Отпускная хрупкость стали проявляется в том, что кривая ударной вязкости стали имеет два минимума – при 300°С и при ~550°С:
1) при медленном охлаждении после отпуска
2) при быстром охлаждении после отпуска
3) независимо от скорости охлаждения после отпуска

19. Наиболее вероятной причиной необратимой отпускной хрупкости I рода является…
1) образование цементитных пленок по границам пластин мартенсита
2) выделение крупных частиц карбидов по границам мартенситных пластинок при сохраняющейся высокой плотности дислокаций

3) наличие примесей (таких как олово Sn и сурьма Sb)

20. Буква «А» в маркировке стали 40Х2АФБ означает, что сталь:
1) является автоматной
2) содержит азот в качестве легирующего элемента
3) является высококачественной

21. Низкоотпущенные высокопрочные стали обычно содержат:
1) 0,3–0,4% С и 8–10 % легирующих элементов
2) 0,3–0,4% С и 3–4% легирующих элементов
3) 0,5–0,6 % С и 3–4% легирующих элементов

22. Дисперсионно-твердеющие стали легируют карбидообразующими элементами, среди которых наиболее сильный эффект дисперсионного твердения обеспечивает:
1) хром
2) ванадий
3) молибден

23. Термическая обработка высокопрочных низкоотпущенных сталей включает
1) закалку от 900°С и отпуск при 200–250°С
2) закалку от 900°С и отпуск при 600–650°С
3) закалку от 1050°С и отпуск при 200–250°С

24. Высокопрочные дисперсионно-твердеющие стали рекомендуют использовать для изготовления изделий, работающих в условиях
1) циклического нагружения и при температурах не выше 300–350°С
2) динамических нагрузок и при температурах не выше 200–250°С
3) плавного нагружения и при температурах не выше 500–550°С

25. Высокотемпературная термомеханическая обработка стали – это…
1) деформация равновесного аустенита при температуре выше A_3 с последующей закалкой и отпуском на заданную прочность
2) деформация мартенсита с последующим его превращением при отпуске в феррито-карбидную структуру
3) деформация метастабильного аустенита при температуре выше A_1 с последующей закалкой и отпуском на заданную прочность

Раздел 2 Композиционные материалы высокой удельной прочности и малой плотности

Перечень вопросов для тестирования (примерно):

1. Какова основная причина, по которой в композитах, армированных волокнами, удается достичь наиболее высоких прочностных и термических характеристик?
a) Благодаря высокой пластичности матрицы
b) Так как волокна дают наибольший упрочняющий эффект
c) Из-за низкой стоимости производства таких материалов
d) Благодаря простоте теоретических моделей

2. Какую функцию НЕ выполняет матрица в волокнистом композите?

a) Передача напряжений от волокна к волокну
b) Защита волокон от повреждений
c) Обеспечение основного вклада в упрочнение материала
d) Оформление конфигурации изделия

3. Почему армирующие компоненты в композитах чаще всего имеют форму волокон, особенно из хрупких веществ?

a) Волокна проще производить в промышленных масштабах
b) Волокна менее чувствительны к дефектам, чем монолитные изделия
c) Волокна имеют более низкую стоимость по сравнению с частицами
d) Волокна обеспечивают изотропию свойств материала

4. Какое из перечисленных требований предъявляется к материалу матрицы волокнистых композитов?

a) Высокая температура плавления
b) Максимальная твердость
c) Хорошая смачиваемость волокна
d) Нулевой коэффициент термического расширения

5. Какие четыре основных параметра определяют механические свойства волокнистых композиционных материалов (ВКМ)?

a) Цвет, плотность, теплопроводность, электропроводность
b) Прочность волокон, объемная доля волокон, пластичность матрицы, прочность связи на границе
c) Тип упаковки волокон, температура плавления матрицы, вязкость расплава, пористость
d) Химическая стойкость, твердость, ударная вязкость, стоимость

6. Какое из требований относится к эксплуатационным требованиям к армирующим волокнам?

a) Возможность высокопроизводительного производства
b) Низкая стоимость исходных компонентов
c) Совместимость с материалом матрицы
d) Стабильность свойств в определенном температурном интервале

7. Какие волокна используются для армирования металлических композиционных материалов (МВКМ)?

a) Только высокопрочные стальные
b) Только углеродные и борные
c) Стеклянные, углеродные, борные, органические, а также проволока из металлов и сплавов
d) Только нитевидные кристаллы оксидов

8. Чем, помимо свойств волокон, в значительной степени определяются свойства ВКМ?

a) Цветом матрицы и волокон
b) Страной-производителем
c) Объемной долей волокон, их расположением и взаимодействием на границе раздела

d) Электропроводностью готового изделия

9. Какова максимальная практическая объемная доля волокон (Vf) для большинства композитов, выше которой начинается образование трещин и расслоений?

a) 0,30-0,35
b) 0,50-0,55
c) 0,70-0,75
d) 0,90-0,95

10. Что происходит с прочностью композита при объемной доле волокон меньше минимальной (Vf < Vmin)?

a) Прочность резко возрастает
b) Прочность становится равной прочности волокна
c) Прочность уменьшается, так как волокна действуют как поры
d) Прочность не изменяется

11. Что называют "критической объемной долей волокон" (Vкр)?

a) Долю, при которой волокна начинают касаться друг друга
b) Долю, при которой прочность КМ равна прочности неармированной матрицы
c) Максимально возможную долю волокон в композите
d) Долю, при которой матрица перестает деформироваться

12. Почему именно на границе раздела часто начинается разрушение волокнистых композитов?

a) Потому что там самые низкие температуры
b) Потому что там локальные напряжения достигают максимальных значений
c) Потому что там самая высокая плотность материала
d) Из-за наличия воздушных пузырьков

13. Какая адгезионная связь должна быть на границе раздела "матрица-волокно"?

a) Слабая, чтобы волокна могли скользить
b) Прочная, чтобы обеспечить эффективную передачу нагрузки
c) Абсолютно жесткая, без возможности какого-либо смещения
d) Химически активная, для образования новых соединений

14. Что из перечисленного является причиной возникновения напряжений на границе раздела?

a) Различие в величине ТКЛР матрицы и волокна
b) Высокая температура эксплуатации
c) Низкая теплопроводность матрицы
d) Высокая плотность волокон

15. Что такое "критическая длина волокна" (lкр) в композитах с дискретными волокнами?

a) Длина, при которой волокно начинает плавиться
b) Максимальная длина волокна, которую можно получить технологически

c) Минимальная длина, при которой волокна разрушаются в КМ, а не вытягиваются из матрицы
d) Длина, равная диаметру волокна

16. Что происходит с волокном, если его длина (l) меньше критической (l < lкр)?
a) Оно разрушается от растягивающих напряжений
b) Оно вытягивается из матрицы, и его прочность недоиспользуется
c) Оно диффундирует в матрицу
d) Оно сворачивается в спираль

17. При каком соотношении lкр/dв прочность КМ с дискретными волокнами достигает примерно 90% прочности КМ с непрерывными волокнами?
a) lкр/dв < 1
b) lкр/dв > 10
c) lкр/dв = 100
d) lкр/dв > 500

18. Какая проволока используется для армирования композитов, эксплуатируемых при низких и умеренных температурах?
a) Вольфрамовая и молибденовая
b) Стальная и бериллиевая
c) Медная и латунная
d) Никелевая и титановая

19. Какая сталь сохраняет прочностные характеристики до температур 480-500°С?
a) Обычная углеродистая сталь
b) Сталь 23Х15Н5АМ3 (ВНС-9)
c) Нержавеющая сталь 12Х18Н10Т
d) Инструментальная сталь У8

20. Что является недостатком вольфрамовых и молибденовых проволок при использовании в композитах?
a) Высокая стоимость
b) Низкая прочность
c) Необходимость защиты от окисления при повышенных температурах
d) Сложность получения

21. Каким методом получают борные волокна?
a) Электролизом расплавов
b) Прокаткой через фильеры
c) Химическим осаждением бора из газовой смеси $BCl_3 + H_2$ на вольфрамовую нить
d) Спеканием порошков бора

22. Как называются волокна бора, покрытые тонким слоем карбида кремния (SiC) для повышения жаростойкости?
a) Бороуглерод
b) Карбид бора

c) Борсик
d) Сибор

23. Каким важным преимуществом обладают композиты на основе борных волокон и алюминиевой матрицы перед композитами с полимерной матрицей?
a) Они значительно дешевле
b) Они могут работать при температурах до 370°C
c) Они имеют более высокую электропроводность
d) Они проще в утилизации

24. Процесс получения волокон карбида кремния (SiC) на вольфрамовой подложке более экономичен, чем получение борных волокон, потому что:
a) Используется более дешевое сырье
b) Скорость получения в реакторе вдвое выше, и требуется меньше сырья на 1 кг волокна
c) Не требуется нагрева
d) Процесс происходит при комнатной температуре

25. В чем заключается особенность карбидокремниевых волокон на углеродной подложке?
a) Они имеют более высокую прочность, чем на вольфрамовой подложке
b) Углеродный сердечник слабо связан со слоем карбида кремния
c) Они имеют зону диффузионного взаимодействия
d) Они не чувствительны к поверхностным дефектам

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации (примерно)

1. Высокопрочные материалы как материалы повышенной надежности. Преимущества использования высокопрочных материалов.
2. Основные механизмы упрочнения, применяемые для создания высокопрочных сталей.
3. Закалка и низкий отпуск как вид упрочняющей обработки конструкционных сталей.
4. Низкоотпущенные высокопрочные стали. Принципы легирования и термической обработки. Достоинства и недостатки. Применение.
5. Высокопрочные дисперсионно-твердеющие стали. Выбор легирующих элементов и режимов термической обработки. Особенности свойств этих сталей. Применение.

6. Влияние легирующих элементов на соотношение процессов упрочнения и разупрочнения при ТМО среднеуглеродистых легированных сталей. Режимы ТМО.
7. Свойства среднеуглеродистых легированных сталей после ВТМО. Эффект наследственности. Достоинства и недостатки ВТМО.
8. Свойства среднеуглеродистых легированных сталей после НТМО. Достоинства и недостатки НТМО.
9. Высокопрочные метастабильные аустенитные стали. Механизмы упрочнения, реализуемые в этих видах сталей: пластичность, наведенная превращением и пластичность, наведенная двойникованием.
10. Высокопрочные метастабильные аустенитные ПНП-стали. Принципы легирования, термическая обработка, применение.
11. Высокопрочные метастабильные аустенитные ПНД-стали. Принципы легирования, режимы обработки, применение.
12. Мартенситно-стареющие стали общего назначения. Принципы легирования, термическая обработка, пластическая деформация. Применение.
13. Коррозионностойкие мартенситно-стареющие стали. Принципы легирования, термическая обработка, пластическая деформация. Применение.
14. Отличие мартенситно-стареющих стали от других классов высокопрочных сталей. Достоинства и недостатки мартенситно-стареющих сталей. Направления совершенствования МСС.
15. Композиционные материалы (КМ), их основные признаки и преимущества. Удельные свойства композиционных материалов. Области применения КМ.
16. Виды классификации композиционных материалов: по природе компонентов, по геометрии наполнителя. Роль матрицы и наполнителя. Вклад матрицы в упрочнение композитов, армированных частицами и волокнами.
17. Методы создания дисперсно-упрочненных композиционных материалов (ДКМ): метод внутреннего окисления и метод механического легирования.
18. Механизм упрочнения ДКМ, его особенности. Роль матрицы в упрочнении ДКМ.
19. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы (ДКМ). ДКМ на основе алюминия. САП, технология их получения, механизм упрочнения. Свойства САП при обычных и повышенных температурах. Применение.
20. Волокнистые КМ. Требования к материалу матрицы волокнистых композитов. Особенности межфазной границы матрица-волокно. Требования к армирующим волокнам, их основные виды.
21. Волокнистые композиционные материалы (ВКМ) с алюминиевой матрицей. ВКМ системы Al–стальные волокна. Волокна из стальной

проволоки, их получение. Состав, свойства, область применения ВКМ Al–стальные волокна.

22. Волокнистые композиционные материалы (ВКМ) с алюминиевой матрицей. ВКМ системы Al–борные волокна. Получение борных волокон. Состав, свойства, область применения ВКМ Al–борные волокна.
23. Волокнистые композиционные материалы (ВКМ) с алюминиевой матрицей. ВКМ системы Al–углеродные волокна. Получение углеродных волокон. Состав, свойства, область применения ВКМ Al–углеродные волокна.
24. Методы получения композитов на основе металлической матрицы. Метод плазменного напыления: его сущность, основные технологические операции. Параметры напыления, определяющие качество покрытия.
25. Методы получения композитов на основе металлической матрицы. Метод диффузионной сварки: его сущность, основные технологические операции. Методы подготовки поверхности материала матрицы. Процесс прессования, его разновидности.