

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Крюков Вадим Николаевич

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 25.06.2026 16:25:57

Уникальный программный ключ:

1b0adb7fd710f6a0725d90c58682bd0c52f25b2

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Заплярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине**  
**Материаловедение**

Уровень образования: специалитет

Кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых»

Разработчик ФОС:

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № от г.

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Т.П. Дарбинян

Фонд оценочных средств по дисциплине Материаловедение для текущей/промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности / направлению подготовки 21.05.04 Горное дело на основе Рабочей программы дисциплины Материаловедение, утвержденной решением ученого совета от г., Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы**

Таблица 1. Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения
ОПК-6 Способен применять методы анализа и знания 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 объектов	ОПК-6.1 Систематизирует методы предельного напряженного состояния массива горных пород
	ОПК-6.2 Владеет инженерными и технологическими методами управления геомеханическими процессами

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

№п/п	Контролируемые разделы(темы) дисциплины	Код результата обучения по дисциплине/ модулю	Оценочные средства текущей		Оценочные средства промежуточной	
			Наименование	Форма	Наименование	Форма

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.**

### **2.1. Задания для текущего контроля успеваемости**

#### **УРОВЕНЬ 1: БАЗОВЫЙ (ЗНАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ)**

##### **1. Задание закрытого типа на установление соответствия**

**Условие:** Установите соответствие между классами материалов и их типичными физико-механическими свойствами.

• **Классы материалов:**

1. Металлы и сплавы
2. Техническая керамика
3. Полимеры (пластмассы)

• **Свойства:**

- А) Высокая хрупкость, экстремальная твердость, отличная термостойкость, диэлектрические свойства.
- Б) Высокая пластичность, хорошая электро- и теплопроводность, характерный блеск, способность к ковке.
- В) Низкая плотность, высокая эластичность, коррозионная стойкость, сравнительно низкая температура плавления.

**Ответ:** 1 — Б, 2 — А, 3 — В.

##### **2. Задание закрытого типа на установление последовательности**

**Условие:** Расположите типы кристаллических решеток чистых металлов в порядке *увеличения* числа атомов, принадлежащих одной элементарной ячейке (компактности ячейки).

• **Типы решеток:**

1. Гексагональная плотноупакованная (ГПУ)
2. Простая кубическая (ПК)
3. Гранецентрированная кубическая (ГЦК)
4. Объемноцентрированная кубическая (ОЦК)

**Ответ:** 2 — 4 — 3 — 1. (*Примечание: ПК содержит 1 атом, ОЦК — 2 атома, ГЦК — 4 атома, ГПУ — 6 атомов.*)

##### **3. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

**Условие:** Какая аллотропическая (полиморфная) модификация чистого железа существует в интервале температур от комнатной до 911 °С и обладает объемноцентрированной кубической (ОЦК) решеткой?

- А)  $\gamma$ -железо (феррит)
- Б)  $\alpha$ -железо (феррит)
- В)  $\gamma$ -железо (аустенит)
- Г)  $\delta$ -железо

**Ответ:** Б)  $\alpha$ -железо (феррит).

• **Обоснование выбора:** Низкотемпературная модификация чистого железа, стабильная при температурах до 911 °С, обозначается греческой буквой  $\alpha$  и имеет ОЦК-решетку. Твердый раствор углерода в этой модификации называется ферритом. Высокотемпературная модификация стабильна выше 911 °С, обозначается как  $\gamma$ -железо и имеет ГЦК-решетку (аустенит).

##### **4. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора**

**Условие:** Выберите дефекты кристаллической решетки, которые относятся к категории *точечных (нульмерных)* дефектов.

- А) Дислокации (краевые и винтовые).
- Б) Вакансии (узлы решетки, лишённые атомов).
- В) Межузельные атомы (внедренные атомы собственного элемента или примеси).
- Г) Границы зерен и субзерен.

**Ответ:** Б, В.

• **Развернутое обоснование: Вакансии (Б) и межузельные атомы (В)** имеют размеры, сопоставимые с диаметром одного атома во всех трех измерениях, поэтому они классифицируются как точечные дефекты. Дислокации (А) протяжены в одном измерении и являются линейными дефектами, а границы зерен (Г) протяжены в двух измерениях и относятся к поверхностным (плоскостным) дефектам.

#### 5. Задание открытого типа с развернутым ответом

**Условие:** Что такое «наклеп» (деформационное упрочнение) металла и за счет какого микроструктурного изменения он происходит?

**Ответ: Наклеп** — это изменение механических и физико-химических свойств металла под действием пластической деформации при температуре ниже температуры рекристаллизации, приводящее к повышению его твердости и прочности при одновременном снижении пластичности. Этот процесс происходит за счет резкого увеличения плотности линейных дефектов — дислокаций. Дислокации начинают хаотично пересекаться и блокировать движение друг друга, что затрудняет дальнейшую пластическую деформацию металла.

---

## УРОВЕНЬ 2: ПРИКЛАДНОЙ (АНАЛИЗ И СВОЙСТВА СПЛАВОВ)

### 6. Задание закрытого типа на установление соответствия

**Условие:** Установите соответствие между видами термической обработки сталей и их основным назначением.

• **Виды термообработки:**

1. Закалка
2. Отпуск
3. Отжиг

• **Назначение:**

- А) Снижение внутренних напряжений, уменьшение хрупкости и повышение пластичности закаленной стали до требуемого уровня.
- Б) Приведение структуры металла в равновесное состояние, измельчение зерна, снижение твердости для улучшения обрабатываемости резанием.
- В) Фиксация неравновесной структуры (мартенсита) для достижения максимальной твердости, прочности и износостойкости.

**Ответ:** 1 — В, 2 — А, 3 — Б.

### 7. Задание закрытого типа на установление последовательности

**Условие:** Расположите структурные составляющие железоуглеродистых сплавов в порядке *увеличения* их твердости.

• **Структуры:**

1. Цементит
2. Перлит
3. Феррит
4. Мартенсит

**Ответ:** 3 — 2 — 4 — 1. (*Примечание: Феррит — самый мягкий и пластичный ( $\approx 80\text{HV}$ ), перлит — механическая смесь феррита и цементита, мартенсит — пересыщенный твердый раствор с высокой игольчатой твердостью, цементит — химическое соединение  $\text{Fe}_3\text{C}$  с максимальной твердостью ( $\approx 800\text{HV}$ ) и высокой хрупкостью.*)

### 8. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

**Условие:** К какому классу по химическому составу относится серийная промышленная марка сплава **30ХГСА**?

- А) Высокоуглеродистый белый чугун.
- Б) Качественная углеродистая инструментальная сталь.
- В) Среднеуглеродистая легированная конструкционная сталь.
- Г) Деформируемый алюминиевый сплав.

**Ответ:** В) Среднеуглеродистая легированная конструкционная сталь.

• **Обоснование выбора:** Согласно ГОСТ, цифра «30» в начале марки означает среднее содержание углерода в сотых долях процента (0,30%, что относит её к среднеуглеродистым). Буквы Х, Г, С указывают на легирование хромом, марганцем и кремнием соответственно в количестве около 1% каждого (отсутствие цифр после букв означает содержание менее 1,5%). Буква «А» в конце указывает на высокое качество очистки от вредных примесей (серы и фосфора). Конструкционный характер определяется балансом прочности и вязкости.

**9. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора**

**Условие:** Выберите марки сплавов, которые относятся к категории *цветных металлов и конструкционных сплавов на их основе*.

- А) БрОФ 10-1
- Б) Сталь 45
- В) Д16Т
- Г) ВЧ 50

**Ответ:** А, В.

• **Развернутое обоснование:** БрОФ 10-1 (А) — это оловянно-фосфористая бронза (медный сплав), а Д16Т (В) — дюралюминий (алюминиевый сплав в закаленном и естественно состаренном состоянии). Оба являются цветными сплавами. Сталь 45 (Б) — это черный металл (углеродистая сталь), а ВЧ 50 (Г) — высокопрочный чугун с шаровидным графитом, также относящийся к черным металлам.

**10. Задание открытого типа с развернутым ответом**

**Условие:** Чем принципиально отличаются друг от друга белые и серые чугуны по структуре и излому, и от какого основного технологического фактора зависит их получение?

**Ответ:** Разница заключается в форме нахождения углерода. В **белом чугуне** весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита ( $Fe_3C$ ), что придает ему высокую твердость, хрупкость и светлый (блестящий) излом. В **сером чугуне** большая часть углерода находится в свободном состоянии в виде пластинчатого графита, который ослабляет металлическую матрицу, делает чугун мягче, хорошо обрабатываемым резанием и придает излому серый матовый цвет. Их получение зависит главным образом от **скорости охлаждения** отливки: быстрое охлаждение фиксирует углерод в виде цементита (белый чугун), а медленное охлаждение способствует процессу графитизации (серый чугун). Также влияет содержание кремния (графитизатора).

---

**УРОВЕНЬ 3: ЭКСПЕРТНЫЙ (ДИАГРАММЫ, ФАЗЫ И СИНТЕЗ)**

**11. Задание закрытого типа на установление соответствия**

**Условие:** Сопоставьте критические точки (линии) на диаграмме состояния «Железо — Цементит» ( $Fe - Fe_3C$ ) с протекающими на них фазовыми превращениями.

• **Линии диаграммы:**

1. Линия ликвидус (ABCD)
2. Линия солидус (AHIEFJD)
3. Линия эвтектоидного превращения (PSK /  $A_1$ )

• **Суть фазового превращения:**

- А) Распад аустенита фиксированного состава при постоянной температуре 727 °С с образованием мелкодисперсной смеси феррита и цементита — перлита.
- Б) Геометрическая граница, выше которой сплав находится полностью в жидком (расплавленном) состоянии; начало кристаллизации при охлаждении.
- В) Геометрическая граница, ниже которой сплав находится полностью в твердом состоянии; окончание процесса кристаллизации.

**Ответ:** 1 — Б, 2 — В, 3 — А.

**12. Задание закрытого типа на установление последовательности**

**Условие:** Расположите стадии процесса термического (дисперсионного) упрочнения алюминиевых сплавов (старения дюралюминия) в хронологической последовательности.

• **Стадии процесса:**

1. Естественное или искусственное старение с выделением мелкодисперсных когерентных зон (зон Гинье-Престона).
2. Нагрев сплава выше линии предельной растворимости для полного растворения избыточных фаз в алюминиевой матрице.
3. Резкое охлаждение (закалка) в воде для фиксации пересыщенного твердого раствора, обладающего высокой пластичностью.
4. Окончательное блокирование движения дислокаций выделившимися мелкодисперсными интерметаллидами с достижением максимума прочности.

**Ответ:** 2 — 3 — 1 — 4.

**13. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

**Условие:** Сплав железа с углеродом содержит 1,2% углерода. Какое точное структурное название имеет данный сплав при комнатной температуре в равновесном состоянии согласно диаграмме  $Fe - Fe_3C$ ?

- А) Доэвтектоидная сталь.
- Б) Заэвтектоидная сталь.
- В) Доэвтектический чугун.
- Г) Ледебурит.

**Ответ:** Б) Заэвтектоидная сталь.

• **Обоснование выбора:** Границей между сталями и чугунами на диаграмме является точка максимальной растворимости углерода в аустените — 2,14% С. Сплавы с меньшим содержанием углерода — это стали. Точка эвтектоидного превращения (чистый перлит) соответствует 0,8% С. Так как  $0,8\% < 1,2\% < 2,14\%$ , сплав является **заэвтектоидной сталью**. Её структура при комнатной температуре состоит из перлита и вторичного цементита, выделившегося в виде сетки по границам зерен.

#### 14. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

**Условие:** Предприятию необходимо изготовить тяжело нагруженные шестерни редуктора, работающие в условиях интенсивного поверхностного трения и циклических ударных нагрузок. Какие методы *химико-термической обработки (ХТО)* целесообразно применить для получения твердого износостойкого поверхностного слоя при сохранении вязкой, воспринимающей удары сердцевины?

- А) Цементация низкоуглеродистой стали с последующей закалкой и низким отпуском.
- Б) Диффузионное азотирование среднеуглеродистых сталей, легированных Al, Cr, Mo.
- В) Полный изотермический отжиг в камерной печи с защитной атмосферой.
- Г) Криогенная обработка (обработка холодом) всего объема детали.

**Ответ:** А, Б.

• **Развернутое обоснование:** **Цементация (А)** насыщает поверхностный слой углеродом, обеспечивая после закалки высокую твердость шестерни (мартенсит), при этом сердцевина остается малоуглеродистой и вязкой. **Азотирование (Б)** насыщает поверхность азотом, формируя сверхтвердые нитриды легирующих элементов, не требующие последующей закалки и не вызывающие поводки деталей. Полный отжиг (В) размягчает деталь, а обработка холодом (Г) служит лишь для превращения остаточного аустенита, но не создает нужного градиента свойств «твердая поверхность — вязкая сердцевина».

#### 15. Задание открытого типа с развернутым ответом

**Условие:** Объясните физическую природу и структурный механизм красностойкости (теплостойкости) быстрорежущих инструментальных сталей (например, марки P18) при работе на высоких скоростях резания.

**Ответ: Красностойкость** — это способность стали сохранять высокую твердость (не разупрочняться) и износостойкость при нагреве до высоких температур (550–650 °С), возникающих из-за трения при резании.

Её структурный механизм обусловлен высоким легированием вольфрамом (18% в марке P18), хромом, ванадием и молибденом. При закалке с очень высоких температур (1200–1280 °С) эти элементы частично растворяются в аустените. При последующем многократном отпуске (550–570 °С) происходит процесс **дисперсионного твердения** — из мартенсита выделяются тончайшие субмикроскопические карбиды легирующих металлов (типа  $W_2C$ , VC), которые не коагулируют (не укрупняются) при сильном нагреве. Они блокируют дислокации, предотвращая размягчение мартенсита.

---

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПОЛНОГО КОМПЛЕКТА (ЗАДАНИЯ

16–25)

#### 16. [Уровень 1] Соответствие: Методы измерения твердости

• **Метод:**

1. Метод Бринелля (HB)
2. Метод Роквелла (HRC)
3. Метод Виккерса (HV)

• **Индентор (внедряемое тело):**

○ А) Алмазный конус с углом при вершине 120° или стальной шарик малой массы.

○ Б) Четырехгранная алмазная пирамида с квадратным основанием и углом между

гранями 136°.

○ В) Закаленный стальной шарик (обычно диаметром 10, 5 или 2,5 мм), вдавливаемый под высокой статической нагрузкой.

**Ответ:** 1 — В, 2 — А, 3 — Б.

### 17. [Уровень 1] Последовательность: Этапы кристаллизации металлов

**Условие:** Расположите стадии макроструктурного формирования слитка чистого металла при охлаждении жидкого расплава в изложнице.

#### • Стадии:

1. Появление первых устойчивых зародышей (центров кристаллизации) в переохлажденном расплаве.
2. Линейный рост кристаллических осей дендритов от стенок изложницы к центру.
3. Формирование плотной мелкозернистой корочки за счет высокой скорости охлаждения у холодных стенок.
4. Столкновение растущих зерен (кристаллитов) между собой и окончательное затвердевание сердцевины слитка.

**Ответ:** 1 — 3 — 2 — 4.

### 18. [Уровень 2] Выбор одного с обоснованием: Коррозионная стойкость

**Условие:** Каким основным легирующим элементом и в каком минимальном количестве (по правилу Таммана) должна быть легирована сталь, чтобы она перешла в пассивное состояние и стала нержавеющей в атмосферных условиях?

- А) Никелем, не менее 8%
- Б) Хромом, не менее 12-13%
- В) Титаном, не менее 1%
- Г) Углеродом, более 2%

**Ответ:** Б) Хромом, не менее 12-13%.

• **Обоснование:** Согласно правилу n-атомных долей Таммана, скачкообразное повышение коррозионной стойкости твердого раствора происходит при введении 1/8 атомной доли легирующего элемента. Для хрома в железе этот порог соответствует примерно **12–13%** по массе. Хром образует на поверхности стали плотную, прочно связанную с матрицей оксидную пленку  $Cr_2O_3$ , защищающую металл от агрессивной среды. Никель (А) расширяет  $\gamma$ -область, но сам по себе без хрома не делает сталь нержавеющей.

### 19. [Уровень 2] Выбор нескольких с обоснованием: Макроструктурные дефекты

**Условие:** Какие дефекты структуры литого металла выявляются маркшейдерским или дефектоскопическим методом визуального контроля макрошлифов (без сильного оптического увеличения)?

- А) Усадочная раковина и пористость.
- Б) Ликвация (химическая неоднородность по объему слитка).
- В) Плотность дислокаций на квадратный сантиметр.
- Г) Газовые пузыри и шлаковые включения.

**Ответ:** А, Б, Г.

• **Обоснование:** Усадочные раковины (А), крупная ликвация (Б) и газовые поры (Г) являются макродефектами, их размеры колеблются от долей миллиметра до нескольких сантиметров, что позволяет видеть их невооруженным глазом или при помощи лупы на макрошлифах. Плотность дислокаций (В) — это субмикроструктурная характеристика атомного масштаба, выявляемая только просвечивающей электронной микроскопией высокого разрешения.

### 20. [Уровень 3] Открытый вопрос: Температура рекристаллизации

**Условие:** По какой эмпирической формуле (правилу Бочвара) рассчитывается абсолютная температура начала рекристаллизации чистых металлов и сплавов, и каков практический смысл этой температуры при обработке давлением?

**Ответ:** Температура начала рекристаллизации рассчитывается по формуле А. А. Бочвара:

$$T_{\text{рекр}} = a \cdot T_{\text{пл}}$$

где  $T_{\text{пл}}$  — абсолютная температура плавления металла в Кельвинах, а  $a$  — коэффициент, равный **0,4** для чистых металлов и **0,5–0,6** для твердых растворов (сплавов).

Практический смысл этой температуры заключается в том, что она служит строгой границей между **холодной** и **горячей** деформацией металла. Если деформация идет ниже  $T_{\text{рекр}}$ , металл наклепывается, его прочность растет, а пластичность падает (холодная прокатка). Если деформация идет выше  $T_{\text{рекр}}$ , то одновременно с деформацией идет заживление дефектов и рост новых равновесных зерен (рекристаллизация), наклеп снимается, и металл остается пластичным (горячая прокатка).

### 21. [Уровень 1] Выбор одного с обоснованием: Упругая деформация

**Условие:** Каким законом описывается связь между напряжением ( $\sigma$ ) и относительной деформацией ( $\varepsilon$ ) в пределах зоны упругости материала?

- А) Законом Фика
- Б) Законом Гука
- В) Законом Архимеда
- Г) Уравнением Аррениуса

**Ответ:** Б.

• **Обоснование:** Закон Гука ( $\sigma = E \cdot \varepsilon$ , где  $E$ ) — модуль Юнга) устанавливает прямую линейную зависимость между напряжением и деформацией в упругой области, когда после снятия нагрузки деталь полностью восстанавливает исходную форму. Закон Фика (А) описывает диффузию, а уравнение Аррениуса (Г) — кинетику химических реакций.

### 22. [Уровень 2] Соответствие: Композиционные материалы

• **Композит:**

1. Стеклопластик
2. Металлокерамика (твердый сплав ВК8)
3. Углепластик (карбон)

• **Матрица и армирующий элемент:**

- А) Полимерная эпоксидная матрица, армированная высокопрочными углеродными нитями (волокнами).
- Б) Пластичная кобальтовая матрица, удерживающая жесткие тугоплавкие зерна карбида вольфрама.
- В) Полиэфирная смола, армированная тонкими нитями расплавленного силикатного стекла.

**Ответ:** 1 — В, 2 — Б, 3 — А.

### 23. [Уровень 2] Последовательность: Подготовка металлографического шлифа

• **Этапы:**

1. Вырезка образца (темплета) из исследуемой зоны детали с охлаждением во избежание прижога.
2. Грубая и тонкая шлифовка образца на абразивных шкурках разной зернистости.
3. Зеркальное полирование поверхности на сукне с применением алмазных паст или суспензий.
4. Химическое травление поверхности слабым раствором кислоты для выявления границ зерен и фаз под микроскопом.

**Ответ:** 1 — 2 — 3 — 4.

### 24. [Уровень 3] Выбор нескольких с обоснованием: Улучшаемые стали

**Условие:** Термическая обработка, называемая «улучшением сталей», заключается в проведении полной закалки с последующим высоким отпуском. Какие марки сталей из предложенных относятся к категории *улучшаемых конструкционных сталей*?

- А) Сталь 40Х
- Б) Сталь У8А
- В) Сталь 45
- Г) Сталь 08КП

**Ответ:** А, В.

• **Обоснование:** Конструкционному улучшению подвергаются среднеуглеродистые стали с содержанием углерода **0,35–0,50%**. Именно в этом диапазоне после закалки и высокого отпуска (550–650 °С) формируется оптимальная структура — сорбит отпуска, обеспечивающий наилучшее сочетание высокой прочности, текучести и ударной вязкости. **Сталь 40Х (А)** и **Сталь 45 (В)** идеально подходят под критерий. У8А (Б) — это инструментальная сталь (высокий углерод, 0,8%), её не «улучшают», а подвергают низкому отпуску для сохранения режущей твердости. Сталь 08КП (Г) содержит слишком мало углерода (0,08%) и не принимает закалку.

### 25. [Уровень 3] Открытый вопрос: Мартенситное превращение

**Условие:** Опишите кристаллогеометрические и кинетические особенности мартенситного превращения при закалке сталей. Почему мартенсит обладает экстремально высокой твердостью?

**Ответ:** Мартенситное превращение имеет следующие ключевые особенности:

1. **Бездиффузионный характер:** Из-за экстремальной скорости охлаждения (выше критической скорости закалки) атомы углерода не успевают продиффундировать и выйти из кристаллической решетки.

2. **Сдвиговый механизм:** Перестройка решетки из ГЦК Аустенит в ОЦК Феррит происходит путем кооперативного упорядоченного сдвига атомов на расстояния, меньшие межатомных.

3. Из-за того, что весь углерод заперт внутри ОЦК-решетки, она испытывает сильнейшие внутренние пространственные напряжения и искажается, превращаясь в тетрагональную решетку (ОЦТ).

Экстремальная твердость мартенсита обусловлена именно этой **тетрагональностью** (сильное искажение решетки атомами углерода создает мощный барьер для скольжения дислокаций) и очень мелким, игольчатым размером образующихся кристаллов.

## 2.2 Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

### 1. Темы курсовых работ (проектов)

*Согласно типовым учебным планам по данной дисциплине чаще выполняются расчетно-графические работы (РГР) или рефераты, однако в случае наличия курсовой работы, её темы ориентированы на обоснованный выбор материалов и технологии их термической обработки для конкретных деталей горной техники.*

- **Выбор материала, расчет на прочность и проектирование технологии термической обработки** зубьев ковша карьерного экскаватора.
- **Материаловедческое обоснование и выбор износостойких сплавов** для изготовления шарошек буровых долот буровых станков.
- **Обоснование выбора и термической обработки сталей** для высоконагруженных приводных валов и шкивов шахтных подъемных установок.
- **Разработка оптимального состава и оценка свойств закладочных смесей** на основе промышленных отходов горного производства.
- **Сравнительный анализ и выбор материалов для элементов крепи** вертикальных шахтных стволов (бетон, тубинги, композиты) в сложных гидрогеологических условиях.
- **Выбор металлических материалов и полимерных покрытий** для канатов шахтных многоканатных подъемных машин, работающих в агрессивных средах.

### 2. Темы рефератов

*Направлены на глубокое теоретическое изучение структуры, физико-химических и механических свойств материалов, применяемых в горной отрасли и маркшейдерии.*

- **Особенности структуры и свойств легированных сталей**, применяемых для изготовления проходческих комбайнов и очистных механизированных комплексов.
- **Композитные и полимерные материалы в горном деле:** опыт и перспективы применения для подземных крепей и трубопроводов.
- **Абразивный износ деталей горно-шахтного оборудования** и современные методы поверхностного упрочнения (наплавка, напыление, лазерная обработка).
- **Коррозия металлоконструкций в подземных горных выработках:** механизмы протекания в агрессивных шахтных водах и методы противокоррозионной защиты.
- **Материалы для изготовления маркшейдерских пунктов** долговременной сохранности (опорных сетей на поверхности и подземных реперов): требования к коррозионной и механической стойкости.
- **Твердые сплавы и минералокерамика:** классификация, свойства и применение в породоразрушающем инструменте.

### 3. Темы научно-исследовательских эссе

*Ориентированы на развитие критического инженерного мышления, оценку эксплуатационной надежности материалов и рисков возникновения аварий.*

- **Почему «усталость» металла может привести к маркшейдерским ошибкам:** влияние деформаций деталей измерительных вышек и копровых шкивов на точность съемок.
- **Материалы будущего в горном машиностроении:** заменят ли наноматериалы и «умные» сплавы классические конструкционные стали?
- **Экологические аспекты материаловедения в горном деле:** проблемы утилизации изношенных крупногабаритных шин карьерных самосвалов и элементов крепи.
- **Влияние экстремальных температур (условия Крайнего Севера)** на хладоломкость сталей карьерной техники и маркшейдерского оборудования.
- **Анализ причин разрушения металлической анкерной крепи** в выработках глубоких шахт с позиций теории прочности материалов.