

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Крюков Вадим Николаевич

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 15.06.2026

Уникальный программный ключ:

1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

«Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ¹
по дисциплине

«Подготовка сырья к обогащению»

Факультет: Горно-технологический (ГТФ)

Направление подготовки: 22.04.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): Металлургия цветных металлов

Уровень образования: магистратура

Кафедра «Металлургии, машин и оборудования»

наименование кафедры

Разработчик ФОС:

К.С-Х.Н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

О.В. Носова

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры
ММиО, протокол № 11 от 10.06.2026

И.о. заведующего кафедрой к.т.н., доцент Е.В. Лаговская

¹В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

Фонд оценочных средств по дисциплине **Подготовка сырья к обогащению** для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 22.04.02 **Металлургия** на основе Рабочей программы дисциплины **Подготовка сырья к обогащению**, 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, соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Компетенции и индикаторы их достижения

Профессиональные компетенции

ПК-1. Способен контролировать и корректировать заданные величины параметров и показателей процессов металлургического производства

- **ПК-1.1. (Знать)** Физические основы дробления и измельчения, принципы работы грохотов и классификаторов, методы определения гранулометрического состава и виды вспомогательных процессов обогащения.
- **ПК-1.2. (Уметь)** Использовать заданные величины (углы захвата, циркулирующую нагрузку, остаточную влажность) для корректировки процесса подготовки сырья и анализа эффективности работы дробильно-измельчительного оборудования.
- **ПК-1.3. (Владеть)** Навыками построения характеристик крупности по результатам ситового анализа, расчета средневзвешенного диаметра и оценки технологических параметров подготовительных переделов.

2. Паспорт фонда оценочных средств

Тема 1. Физические основы дробления

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Наименование оценочного средства: Конспект, тестовые задания
- Форма оценивания: Письменно

Тема 2. Физические основы измельчения

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Наименование оценочного средства: Конспект, тестовые задания
- Форма оценивания: Письменно

Тема 3. Грохочение сырья и классификация

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Наименование оценочного средства: Конспект, тестовые задания
- Форма оценивания: Письменно

Тема 4. Определение гранулометрического состава материала

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Наименование оценочного средства: Практическая работа (расчетная задача)
- Форма оценивания: Письменно

Тема 5. Виды вспомогательных процессов

- Формируемая компетенция: ПК-1
- Наименование оценочного средства: Тестовые задания
- Форма оценивания: Письменно

3. Перечень контрольно-оценочных средств (КОС)

Перечень и шкалы оценивания

1. Текущий контроль качества

- **Тестовые задания и конспекты:** Шкала оценивания — «Зачтено / не зачтено». Критерии: наличие конспекта, правильность решения теста (пороговый уровень 75%).

- **Практическая работа:** Шкала оценивания — «Зачтено / не зачтено». Критерии: правильность построения характеристик крупности, корректность расчета средневзвешенного диаметра, обоснованность выводов.

2. Промежуточная аттестация (Зачет с оценкой)

- **Итоговое тестирование:** Шкала оценивания — 4-балльная (от 2 до 5).
- **Критерии выставления оценки:**
 - «Отлично» (5): 85–100% от максимально возможной суммы баллов. Глубокое понимание физических основ процессов, безупречное выполнение расчетных заданий.
 - «Хорошо» (4): 75–84% баллов. Полное знание материала с незначительными неточностями в расчетах или трактовке режимов работы оборудования.
 - «Удовлетворительно» (3): 65–74% баллов. Знание основного материала, допущение ошибок в сложных аналитических или расчетных вопросах.
 - «Неудовлетворительно» (2): 0–64% баллов. Незнание базовых понятий подготовки сырья, принципиальные ошибки в понимании процессов дробления и грохочения.

4. Типовые контрольные задания и материалы для оценки знаний, умений, навыков

4.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Практическая работа: Определение гранулометрического состава материала

Задание: По результатам ситового анализа построить характеристику крупности (по плюсу или по минусу, в зависимости от варианта). Определить по ней содержание заданного класса и рассчитать средневзвешенный диаметр частиц. *Пример исходных данных:* Классы крупности: $-50+25$ мм (35%), $-25+12$ мм (20%), $-12+6$ мм (10%), $-6+3$ мм (10%), $-3+0$ мм (25%).

4.2 Задания для промежуточной аттестации (Зачет с оценкой)

Спецификация комплекта оценочных материалов

- Общее количество заданий: 15.
- Распределение по типам и уровням сложности:
 - Задания с выбором одного верного ответа (Базовый уровень): 3 шт.
 - Задания с выбором нескольких верных ответов (Продвинутый уровень): 3 шт.
 - Задания на установление соответствия (Продвинутый уровень): 3 шт.
 - Задания на установление последовательности (Экспертный уровень): 2 шт.
 - Задания открытого типа / расчетные (Экспертный уровень): 4 шт.

Тестовые задания

Блок А. Задания с выбором одного верного ответа (Базовый уровень)

1. Если руда сжимается между двумя поверхностями, то такой способ разрушения называется: а) раздавливание б) скол в) излом г) срезывание
2. К дробилкам преобладающего статического действия не относятся дробилки: а) валковые б) роторные в) конусные г) щековые
3. Как называется процесс стадии обогащения, включающий сгущение, фильтрование и сушку? а) подготовительный процесс б) собственно обогащение в) вспомогательный процесс г) сепарация

Блок Б. Задания с выбором нескольких верных ответов (Продвинутый уровень)

4. К подготовительным процессам обогащения относятся (выберите 2 верных варианта): а) дробление б) флотация в) грохочение г) магнитная сепарация
5. Понижение вязкости пульпы в процессе измельчения происходит при (выберите 2 верных варианта): а) понижении давления б) увеличении температуры пульпы в) увеличении испарения пульпы г) добавлении специальных реагентов-депрессоров
6. Спиральные классификаторы относятся к механическим, потому что (выберите 2 верных варианта): а) пески разгружаются за счет вращения спирали б) действуют

исключительно силы тяжести в) спираль перемешивает пульпу и транспортирует осевший материал г) они разрушают материал дроблением

Блок В. Задания на установление соответствия (Продвинутый уровень)

7. Установите соответствие между видом разрушения и его описанием: А. Раздавливание Б. Излом В. Истирание
 1. Разрушение куска руды в результате его изгиба при ребристой форме дробящих поверхностей.
 2. Способ разрушения скользящей рабочей поверхностью машины, при котором внешние слои куска подвергаются деформации сдвига.
 3. Сжатие руды между двумя поверхностями.
8. Установите соответствие между типом грохочения и его назначением: А. Предварительное грохочение Б. Проверочное грохочение В. Самостоятельное грохочение
 1. Выделение классов-готовых продуктов, направляемых непосредственно потребителям.
 2. Разделение материала перед дробилками для предотвращения перегрузки и выделения готового продукта.
 3. Контроль крупности дробленого продукта в замкнутом цикле с дробилкой.
9. Установите соответствие между оборудованием и его основной функцией: А. Вибрационный грохот Б. Гидроциклон В. Барабанная мельница
 1. Разделение измельченных материалов на классы по крупности и плотности под действием центробежной силы.
 2. Измельчение материала за счет ударного и истирающего действия мелющих тел.
 3. Разделение сыпучих материалов по крупности на просеивающих поверхностях.

Блок Г. Задания на установление последовательности (Экспертный уровень)

10. Установите правильную технологическую последовательность этапов ситового анализа для определения гранулометрического состава: А. Взвешивание материала, оставшегося на каждом сите. Б. Просеивание навески материала через набор сит с уменьшающимся размером отверстий. В. Расчет процентного содержания каждого класса крупности. Г. Отбор представительной пробы и ее высушивание.
11. Установите логическую последовательность процессов при подготовке руды к обогащению в замкнутом цикле: А. Грохочение (классификация) дробленого продукта. Б. Возврат негабарита (подрешетного или надситового продукта) на повторное дробление. В. Дробление исходной руды. Г. Направление готового по крупности продукта на стадию измельчения или обогащения.

Блок Д. Задания открытого типа / расчетные (Экспертный уровень)

12. (Расчетная задача). Даны результаты ситового анализа: класс $-50+25$ мм составляет 35%, класс $-25+12$ мм – 20%, класс $-12+6$ мм – 10%, класс $-6+3$ мм – 10%, класс $-3+0$ мм – 25%. Рассчитайте средневзвешенный диаметр частиц ($d_{ср}$) для данного материала. (Принять средний диаметр класса как среднее арифметическое границ класса).
13. (Аналитическая задача). Объясните, что такое «угол захвата» в щековой дробилке. Как изменение этого угла влияет на степень дробления и производительность аппарата?
14. (Аналитическая задача). Почему при измельчении время пребывания материала в мельнице больше, чем при дроблении? Какие виды механических сил преобладают в шаровых мельницах по сравнению с конусными дробилками?
15. (Кейс-задача). На обогатительной фабрике произошло увеличение выхода негабаритных кусков после щековой дробилки. Назовите не менее трех возможных технологических причин этого явления и предложите способы корректировки процесса.

5. Ключ верных вариантов ответов и критерии оценивания

Ключ к заданиям закрытого типа (Блоки А, Б, В, Г)

Блок А (по 1 баллу за правильный ответ)

1. а (раздавливание)
2. б (роторные)
3. в (вспомогательный процесс)

Блок Б (по 1 баллу за полный правильный набор, 0 баллов при любой ошибке) 4. а, в (дробление, грохочение) 5. а, б (понижении давления, увеличении температуры пульпы) 6. а, в (пески разгружаются за счет вращения спирали, спираль перемешивает и транспортирует)

Блок В (по 1 баллу за полное правильное соответствие) 7. А-3, Б-1, В-2 8. А-2, Б-3, В-1 9. А-3, Б-1, В-2

Блок Г (по 1 баллу за правильную последовательность) 10. Г → Б → А → В 11. В → А → Б → Г

Ключ и критерии оценивания заданий открытого типа (Блок Д) Оценивание: до 2 баллов за каждый корректно названный и раскрытый аспект или правильный шаг расчета (максимум 2 балла за вопрос).

Вопрос 12 (Расчет средневзвешенного диаметра): Эталонный ответ: Средний диаметр класса (d_{cp}) = (дверх + низ) / 2. $d_{cp1} = (50+25)/2 = 37,5$ мм; $d_{cp2} = (25+12)/2 = 18,5$ мм; $d_{cp3} = (12+6)/2 = 9$ мм; $d_{cp4} = (6+3)/2 = 4,5$ мм; $d_{cp5} = (3+0)/2 = 1,5$ мм. $d_{общ} = \sum (d_{cp_i} * \gamma_i) / 100 = (37,535 + 18,520 + 910 + 4,510 + 1,5*25) / 100 = (1312,5 + 370 + 90 + 45 + 37,5) / 100 = 1855 / 100 = 18,55$ мм. **Критерии:** 1 балл за верное определение средних диаметров классов, 1 балл за правильный итоговый расчет (18,55 мм).

Вопрос 13 (Угол захвата): Эталонные аспекты:

1. Угол захвата – это угол между подвижной и неподвижной щекой дробилки в зоне приема материала.
2. Увеличение угла захвата приводит к уменьшению степени дробления (материал проскальзывает), но может незначительно повысить производительность. Уменьшение угла захвата улучшает захват куска и увеличивает степень дробления. **Критерии:** 1 балл за определение, 1 балл за объяснение влияния на степень дробления.

Вопрос 14 (Время пребывания и силы измельчения): Эталонные аспекты:

1. Время пребывания больше, так как для достижения тонкой крупности (измельчения) требуется многократное воздействие на материал, в отличие от однократного разрушения при дроблении.
2. В шаровых мельницах преобладают истирание и удар (при водопадном режиме), тогда как в конусных дробилках преобладает раздавливание и излом (статическое или динамическое сжатие). **Критерии:** 1 балл за объяснение времени пребывания, 1 балл за указание преобладающих сил.

Вопрос 15 (Кейс: увеличение негабарита): Эталонные аспекты (любые 3 из списка):

1. Износ нижней футеровочной (дробящей) плиты (решение: замена плиты).
2. Увеличение угла захвата из-за износа щек (решение: регулировка разгрузочной щели).
3. Подача материала с повышенной влажностью или глинистостью, что вызывает налипание (решение: предварительная просушка или применение скрубберов).
4. Уменьшение мощности привода или остановка подачи энергии (решение: проверка электродвигателя). **Критерии:** по 0,67 балла за каждую верно названную причину с предложенным способом корректировки (макс. 2 балла).

Итоговый подсчет баллов и перевод в шкалу оценивания:

- Максимальный балл за зачет: 3 (Блок А) + 3 (Блок Б) + 3 (Блок В) + 2 (Блок Г) + 8 (Блок Д) = 19 баллов.
- Перевод в 4-балльную шкалу (согласно критериям ЗГУ):
 - 17–19 баллов (85–100%) = «Отлично» (5)

- 15–16 баллов (75–84%) = «Хорошо» (4)
- 13–14 баллов (65–74%) = «Удовлетворительно» (3)
- Менее 13 баллов (<65%) = «Неудовлетворительно» (2)