

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).

Общие сведения

1.	Кафедра	Горного дела, наук о земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.04 Горное дело Специализация № 6 «Обогащение полезных ископаемых»
3.	Дисциплина (модуль)	Б1.Б.36.3 Электрические, магнитные и специальные методы обогащения
4.	Количество этапов формирования компетенций (ДЕ, разделов, тем и т.д.)	3

Перечень компетенций

<ul style="list-style-type: none">– способностью выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, составлять необходимую документацию (ПСК-6.2);– способностью выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования (ПСК-6.3).

Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности и компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
1. Магнитные методы обогащения полезных ископаемых.	ПСК-6.2, 6.3	принципиальные схемы, конструктивные особенности, области применения и расчетные характеристики различного типа машин	выбирать и обосновывать применение конкретного типа машин для определенного процесса; рассчитывать характеристики различного типа машин	методикой определения основных конструктивных и режимных параметров машин, их производительности и эффективности в горно-обогатительном производстве; методикой оценки технического состояния машин и их надежности в процессе эксплуатации	Лабораторная работа, решение задач
2. Электрические методы обогащения полезных ископаемых.	ПСК-6.2, 6.3	принципиальные схемы, конструктивные особенности, области применения и расчетные характеристики различного типа машин	выбирать и обосновывать применение конкретного типа машин для определенного процесса; рассчитывать характеристики различного типа машин	методикой определения основных конструктивных и режимных параметров машин, их производительности и эффективности в горно-обогатительном производстве; методикой оценки технического состояния машин и их надежности в процессе эксплуатации	Устный опрос, реферат, презентация

<p>3. Специальные методы обогащения полезных ископаемых.</p>	<p>ПСК-6.2, 6.3</p>	<p>принципиальные схемы, конструктивные особенности, области применения и расчетные характеристики различного типа машин</p>	<p>выбирать и обосновывать применение конкретного типа машин для определенного процесса; рассчитывать характеристики различного типа машин</p>	<p>методикой определения основных конструктивных и режимных параметров машин, их производительности и эффективности в горно-обогатительном производстве; методикой оценки технического состояния машин и их надежности в процессе эксплуатации</p>	<p>Устный опрос, реферат, опорный конспект</p>
--	-------------------------	--	--	--	--

Критерии и шкалы оценивания

1. Устный опрос

Процент правильных ответов	До 60	60-80	81-100
Количество баллов	0,5	1	2

2. Решение задач

15 баллов выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

3 балла выставляется, если студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

2 балла выставляется, если студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0 баллов - если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

3. Опорный конспект

Опорный конспект- это сокращенная запись крупного блока изучаемого материала, которая поможет студентам структурировать знания, грамотно и точно воспроизвести изученный материал при подготовке к экзамену.

Баллы	Содержание конспекта
8	записаны все темы; выделены главные (ключевые слова); использованы системы условных обозначений, символов и т.д.
7	записаны все темы; выделены главные (ключевые слова)
5	записаны все темы

4. Лабораторная работа

Структура лабораторной работы	Максимальное количество баллов
Содержание	
Сформулирована цель работы	4
Понятны задачи и ход работы	4
Выполнение работы в отчете изложено полно, четко и правильно	4
Иллюстрации усиливают эффект восприятия текстовой части информации	4
Сделаны выводы	4
Максимальное количество баллов	20

5. Критерии оценки выступления студентов с рефератом

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

6. Презентация (критерии оценки презентации)

Структура презентации	Максимальное количество баллов
Содержание	
Сформулирована цель работы	0,5
Понятны задачи и ход работы	0,5
Информация изложена полно и четко	0,5
Иллюстрации усиливают эффект восприятия текстовой части информации	0,5
Сделаны выводы	0,5
Оформление презентации	
Единый стиль оформления	0,5
Текст легко читается, фон сочетается с текстом и графикой	0,5
Все параметры шрифта хорошо подобраны, размер шрифта оптимальный и одинаковый на всех слайдах	0,5
Ключевые слова в тексте выделены	0,5

Эффект презентации	
Общее впечатление от просмотра презентации	0,5
Мак количество баллов	5

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

1) Типовые вопросы к устному опросу

1. В чем заключается основная задача сухой магнитной сепарации при переработке сильномагнитных руд?
2. На каких различиях минералов основаны магнитные методы обогащения?
3. Чем обуславливается степень измельчения магнетитовых руд при их магнитной сепарации?
4. Назовите факторы, определяющие применение сухой или мокрой магнитной сепарации.
5. Как происходит диэлектрическая сепарация?

2) Примеры решения задач

1. Разделение в воде частиц под влиянием притяжения к магнитному полюсу и, таким образом, извлечение их в магнитную фракцию.

Дано: напряженность магнитного поля $H=100$ кА/м; градиент поля $\frac{dH}{dx}=2000$ кА/м²; магнитная проницаемость среды $\mu_0=4\cdot 10^{-7}$ Гн/м; удельная магнитная восприимчивость частицы $\chi_c=5\cdot 10^{-4}$ м³/кг, воды $\chi_0=0$; плотность частицы $\delta = 5000$ кг/м³; ее диаметр $d=10^{-4}$ м; плотность воды $\Delta = 1000$ кг/м³; вязкость воды $\mu=10^{-3}$ Па·с.

Определить, с какой силой эта частица будет извлекаться и с какой скоростью она будет передвигаться к магниту.

Решение: определяем разделяющую силу F'_p , т. е. разность между силой притяжения F'_m и силой тяжести частицы в воде F'_T :

$$F'_T = g(\delta - \Delta) / \delta; \quad F'_p = F'_m - F'_T;$$

$$F'_m = \mu_0 \chi_c H \text{ grad } H.$$

Подставляем значения величин:

$$F'_p = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 100 \cdot 2000 \cdot 10^6 -$$

$$- 9,8(5000 - 1000) / 5000 = 125,6 - 7,8 = 117,8 \text{ м/с}^2.$$

Видно, что сила притяжения частицы магнитом во много раз больше силы ее тяжести в воде $F'_m/F'_T = 125,6/7,8 = 16$ и поэтому магнитная частица устремится вверх к магниту.

Для определения скорости установившегося равномерного движения частицы составим равенство разделяющей силы и силы сопротивления воды. Поскольку частица мала, то сопротивление среды будем определять по закону Стокса:

$$F'_p = F'_c; \quad 117,8 = 18 \cdot 10^{-3} v / (10^{-8} \cdot 5000).$$

Решая это уравнение, определим скорость разделения $v = 0,33$ м/с.

Возвращаясь к рассмотрению неравенства

$$F'_k < F'_{эм} > F''_{эм} \ll F''_k,$$

можно сделать вывод, что при сепарации в режиме удерживания частиц полюсами равнодействующая активных сил может быть меньшей, чем в случае притяжения частиц,

удаленных от полюсов, потому что на поверхности полюсов напряженность полей больше. Однако условия, необходимые для очистки извлекаемой фракции, в этом случае хуже, поскольку в правой части неравенства $F''_{эм}$ больше (больше напряженность и градиент поля), а сила $F''_к$ меньше (для тех частиц, что заземляются между удерживаемыми силой $F'_{эм}$). В данном случае среда оказывает меньшее влияние на очистку притянувшейся фракции. По этим причинам режим удерживания частиц используется для сепарации крупных и зернистых частиц, а режим извлечения — для мелко- и тонкозернистых, обычно разделяемых мокрым способом.

Выше было показано, что для разделения частиц по магнитным свойствам магнитная сила должна превысить силы сопротивления среды. Приняв, что последняя равна силе тяжести, определяем силу поля для обогащения материалов с различными магнитными свойствами.

Например, для сильномагнитных материалов (магнетитовых и других руд) магнитная восприимчивость более $3 \cdot 10^{-5}$ м³/кг, тогда при $F_m = 2g$, получим

$$H \text{ grad } H = 2 \cdot 9,81 / (4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^{-5}) = 5,2 \cdot 10^{11} \text{ А}^2/\text{м}^3.$$

Соответственно для слабомагнитных материалов с магнитной восприимчивостью $\chi_0 = 1,2 \cdot 10^{-7}$ сила поля должна быть в 250 раз больше, поскольку

$$H \text{ grad } H = 2 \cdot 9,81 / (4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,2 \cdot 10^{-7}) = 13 \cdot 10^{13} \text{ А}^2/\text{м}^3.$$

Так как $H \cdot (dH/dx) = cH^2$, а коэффициент неоднородности поля c в первом приближении можно принять постоянным, то напряженность поля для обогащения слабомагнитных руд должна примерно в 10—20 раз превышать напряженность поля для сильномагнитных руд. Если напряженность составляет 80—120 кА/м и обеспечивается даже системами из постоянных магнитов, полюса которых расположены по одну сторону от слоя руды (открытая система), то в сепараторах для слабомагнитных руд напряженность поля должна превышать 800—1600 кА/м и поэтому может быть создана только мощными электромагнитами, полюса которых расположены по обе стороны от слоя руды (замкнутая система). Нижний предел H в этом случае относится к сепарации зернистых материалов, а верхний — для тонкозернистых слабомагнитных частиц, в которых диссипативные силы значительно больше сил тяжести.

Для увеличения коэффициента неоднородности поля один полюс электромагнита (тот, к которому притягивается материал) делают обычно заостренным, а второй — плоским или даже вогнутым.

При обогащении весьма тонких слабомагнитных зерен (илов), диссипативные силы (силы, величина которых убывает или рассеивается при движении) для которых очень велики, применяются не только весьма сильные (более 10^{14} А²/м³), но и весьма неоднородные в трех измерениях поля, называемые *трехмерными полиградиентными* $\text{grad } H = \nabla H$ значителен в трех, измерениях). Они создаются между полюсами электромагнитов путем помещения туда индукционных магнитов (например, железных шаров, пластин с выступами, цилиндров и др.), которые как бы окружают разделяемые частицы со всех сторон.

В последнее время начинают применять новые способы магнитного обогащения материалов, при которых исходные минералы могут мало отличаться по магнитным восприимчивостям в обычных условиях, но хорошо разделяются в магнитном поле в особых условиях: термомагнитный, обжигмагнитный, магнитогидростатический, магнитогидродинамический, магнитодинамический и электродинамический способы.

2. Расчет сухой сепарации в электрическом поле под влиянием удерживания заряженных частиц на вращающемся заземленном электроде (рис. 1).

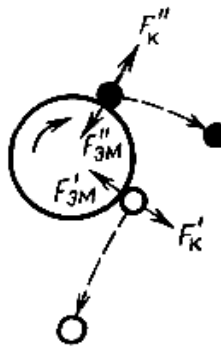


Рис.1. Разделение частиц в режиме удерживания

(темные частицы не удерживаются ротором потому, что $F''_{ЭМ}$ меньше F''_k , а светлые движутся вместе с ротором, потому, что их электромагнитные свойства больше чем у темноцветных, т.е. $F'_{ЭМ} > F''_{ЭМ} > F'_k$.

Дано: напряженность электрического поля в зазоре между стационарным электродом и вращающимся заземленным электродом $E = 6 \cdot 10^5$ В/м; зарядка частиц происходит при угловом их положении на полюсе, равном 45° , а разрядка — при дальнейшем движении. Отсюда время разрядки $t = (180^\circ - 45^\circ)/\omega$, где ω — угловая скорость электрода, рад/с.

Размер частицы $d = 1,4 \cdot 10^{-3}$ м; диэлектрическая проницаемость их $\varepsilon = 5$; максимальный заряд $Q = 3,6 \cdot 10^{-11}$ Кл; плотность частиц $\delta = 2,5 \cdot 10^3$ кг/м³; переходное сопротивление под частицей $r_{ч} = 10^{15}$ Ом; емкость $C_{ч} = 10^{-12}$ Ф; радиус электрода $R = 0,15$ м; диэлектрическая проницаемость окружающей среды $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Найти допустимую скорость вращения электрода, при которой частицы отрываются от него в самой нижней точке ($\alpha = 180^\circ$).

Решение: активной силой, удерживающей частицы на вращающемся электроде до углового положения $\alpha = 180^\circ$; является сила зеркального отражения, а конкурирующими силами, отрывающими частицы от электрода, являются вес частицы и центробежная сила. Силами Архимеда и сопротивления среды можно пренебречь вследствие малых плотности и вязкости воздушной среды.

Таким образом, принимаем, что $F_a = F_T + F_{ц} = gm + m\omega^2 R = m(g + \omega^2 R)$.

Решив это уравнение относительно ω , найдем допустимую скорость вращения ротора, при которой происходит разделение.

Подставляя значения величин в формулу, получим $\omega = 2,1$ рад/с, а время разрядки $t = 1,12$ с.

Пример. Рассчитаем максимальный размер зерен кварца ($\varepsilon = 5$; $\delta = 2,5 \cdot 10^3$ кг/м³; $R_z = 10^{15}$ Ом; $C_z = 10^{-12}$ Ф; $H \approx 1$), имеющих форму эллипсоида вращения $c/a = 2$ в сепарируемых на заземленном барабане с $R = 0,15$ м; $E_k = 6 \cdot 10^5$ В/м и $\omega = 2,1$ рад/с; $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $N = 0,7\pi$. Для данного эллипсоида вращения уравнение примет вид

$$\frac{4}{3} a^2 \delta (g + \omega^2 R) = H^2 \varepsilon_0 a^2 E_k^2 \left\{ 4 + \frac{2}{3 [(\varepsilon - 1)^{-1} + N (4\pi)^{-1}]} \right\}^2 \times \exp [- 2t / (R_z C_z)];$$

$$a = \frac{H^2 \varepsilon_0 E_k^2 \left\{ 4 + \frac{2}{3 [(\varepsilon - 1)^{-1} + N (4\pi)^{-1}]} \right\} \exp [- 2t / (R_z C_z)]}{\frac{8}{3} \delta (g + \omega^2 R)}$$

Будем считать, что разрядка частицы кварца происходит при ее угловом положении на барабане, равном 45° . Тогда

$$t = (180^\circ - 45^\circ) / \omega = 135^\circ / (2,1 \cdot 57^\circ 17') = 1,125 \text{ с.}$$

Подставив значение времени в формулу, получим максимальный радиус диэлектрических частиц (кварца), удерживаемых заданное время на барабане:

$$a = \frac{1,8 \cdot 85 \cdot 10^{-12} \cdot 36 \cdot 10^{10} \left\{ 4 + \frac{2}{3[(5-1)^{-1} + 0,7\pi(4\pi)^{-1}]} \right\}^2 \exp[-2 \cdot 1,125 / (10^{15} \cdot 10^{-12})]}{2,66 \cdot 2,5 \cdot 10^3 (9,81 + 4,41 \cdot 0,15)} = 1,42 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

3) Примерные темы рефератов

1. Описать принцип действия коронно-электростатического сепаратора. Область применения.
2. Описать принцип действия пластинчатых электростатических сепараторов. Область применения.
3. Описать принцип действия трибоэлектростатического сепаратора СТЭ. Область применения.
4. Описать принцип действия барабанных электростатических сепараторов. Область применения.
5. Описать принцип действия каскадных электростатических сепараторов. Область применения.
6. Описать принцип действия диэлектрических сепараторов. Область применения.
7. Выбор схемы выщелачивания в зависимости от условий движения растворов реагента сквозь руды.
8. Определение параметров площадки при кучном выщелачивании.

4) Презентация: алгоритм и рекомендации по созданию презентации

Алгоритм создания презентации

- 1 этап – определение цели презентации
- 2 этап – подробное раскрытие информации,
- 3 этап - основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов.

При этом:

- первый слайд – титульный. Предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;
- на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;
- все оставшиеся слайды имеют информативный характер.

Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

Рекомендации по созданию презентации:

1. Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.
2. Тщательно структурированная информация.
3. Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.

4. Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
5. Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.
6. Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
7. Графика должна органично дополнять текст.
8. Выступление с презентацией длится не более 10 минут.

5) Пример плана типового задания на лабораторную работу

1. Цель
2. Теоретическая часть
3. Методика расчета
4. Пример решения
5. Задание студентам
6. Выводы

Примерные темы лабораторных работ

№ п/п	Лабораторная работа	Номер темы	Кол-во часов
1.	Изучение конструкции электромагнитного сепаратора.	1 (2)	2
2.	Расчет технологических показателей сухой магнитной сепарации.	1	4
	Итого		6 час.

Вопросы к экзамену

1. Что такое магнитное поле? Чем обусловлено его возникновение?
2. Намагниченность минералов, ее определение и роль при магнитном обогащении.
3. Почему значительно различаются магнитные поля соленоида с железным сердечником и без него?
4. Магнитные свойства твердых тел.
5. Влияние магнитного поля на находящиеся в нем минералы.
6. Классификация минералов по их магнитным свойствам.
7. Чем обусловлено различие между магнитной восприимчивостью тела и вещества? Показать зависимость между ними.
8. Обосновать вывод формул удельной и условной магнитной сил.
9. Что такое коэффициент неоднородности магнитного поля? Его значение при полюсных наконечниках, расположенных в плоскости и на цилиндрической поверхности.
10. Как изменяется напряженность магнитного поля по нормали к поверхности полюсов? Привести вывод формулы для условной магнитной силы, не включающей $\text{grad}H$.
11. Классификация сепараторов для магнитного обогащения и особенности устройства их магнитной системы.
12. Как выражается шаг магнитных полюсов S открытых многополюсных систем при расположении полюсных наконечников в плоскости и на цилиндрической поверхности?
13. Особенности намагничивания и размагничивания ферромагнетиков. Что такое коэрцитивная сила?
14. Чем отличаются магнитные системы и рабочие зоны магнитных сепараторов для обогащения сильно- и слабомагнитных руд?

15. Как подразделяются магнитные сепараторы в зависимости от характера прохождения руды или пульпы через рабочую зону сепаратора?
16. Как влияет на показатели обогащения увеличение скорости вращения барабана сепаратора при сухой и мокрой магнитной сепарации руды?
17. Для чего и в каких случаях применяются намагничивание и размагничивание пульпы? Как они осуществляются?
18. С какой целью применяют чередование полярности полюсов магнитной системы и как они могут чередоваться в случае барабанных сепараторов?
19. Особенности устройства магнитных сепараторов для мокрого обогащения магнетитовых руд.
20. Чем обуславливается степень измельчения магнетитовых руд при их магнитной сепарации?
21. Особенности устройства полиградиентных сепараторов. В каких случаях целесообразно их использовать?
22. Основные особенности схем обогащения магнетитовых и гематитовых руд.
23. Что характеризует и для чего вводится коэффициент равнопритягиваемости частиц при магнитном обогащении?
24. Какими факторами определяется выбор способа верхней или нижней подачи материала в магнитный сепаратор?
25. Что такое магнитный гистерезис и какое влияние он оказывает на результаты обогащения?
26. Факторы, определяющие применение сухой или мокрой магнитной сепарации.
27. Какие поля применяют при магнитном и электрическом обогащении? Почему?
28. Влияние электрического поля на минералы в зависимости от их электрических свойств.
29. Как происходит коронный разряд?
30. Чем обусловлено ограничение размера частиц руды при электрической сепарации?
31. Способы электризации минералов при электрической сепарации по проводимости.
32. Вследствие чего происходит электризация минералов при их контакте? Что подразумевается под понятием «работа выхода электрона»?
33. Основные способы электрической классификации. Их особенности.
34. Чем обусловлена недостаточно высокая производительность электрических барабанных сепараторов?
35. Как происходит диэлектрическая сепарация?
36. Классификация электрических сепараторов и особенности их устройства.
37. Основные силы, действующие на частицы различной проводимости, находящиеся на осадительном электроде в электрическом поле коронного разряда и в коронно-электростатическом поле.
38. Основные силы, действующие на заряженные частицы при их разделении в межэлектродном пространстве сепаратора свободного падения.
39. Особенности устройства высоковольтных выпрямительных установок для питания электрических сепараторов.
40. Подготовка материала к электрической сепарации. Обоснование используемых способов.
41. Что является средой при магнитогидродинамической, магнитогидростатической и магнитогравиметрической сепарациях?
42. Для чего осуществляется промывка руд? Основные виды используемого оборудования.
43. Флотогравитационное обогащение. Когда оно применяется? Используемое оборудование.

44. Особенности разделения минералов по трению. Конструкции используемых сепараторов.

45. Особенности разделения минералов по форме их частиц и кусков. Используемые сепараторы.

46. Обогащение по твердости и упругости. Особенности конструкции дробилок избирательного дробления и сепаратора для разделения по упругости.

47. В каких случаях возможно обогащение посредством термического разрушения минералов? Привести примеры.

48. Виды химического выщелачивания. Обогащаемое сырье. Извлечение металлов из растворов.

49. Бактериологическое выщелачивание металлов из сульфидных руд. Особенности технологии. Получаемые показатели.