

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 02.06.2022 15:01:51
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064c121819950e790d12374d1015c02e53b0f6e8

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью, горного дела

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 22 » 03



ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ

Методические указания по выполнению практических работ для
студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализации
«Обогащение полезных ископаемых»

Курск 2022

УДК 622

Составитель: Л.А. Семенова

Рецензент

Кандидат географических наук, доцент Р.А. Попков

Гравитационные методы обогащения: Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализации «Обогащение полезных ископаемых/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.А. Семенова.- Курск, 2022.- 14с.: рис. 2.- Библиогр.: с. 14.

Содержит основные сведения о правилах выполнения и оформления практических работ по дисциплине «Гравитационные методы обогащения». В работе даны рекомендации по расчету фракционного состава полезного ископаемого.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной на заседании кафедры Э и УН, ГД протокол № 1 от «30» 08 2021 года.

Предназначены для студентов направления подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело для специализации «Обогащение полезных ископаемых».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист 0,81 Уч.-изд.л.0,73 Тираж 100экз. Заказ Бесплатно 11/23

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Содержание

1	Практическое занятие №1. Расчет показателей фракционного состава полезного ископаемого	4
2	Практическое занятие №2. Составление и расчет схемы гравитационного разделения руды по данным фракционного состава полезного ископаемого	8
	Список литературы	14

Практическое занятие №1

Тема: Расчет показателей фракционного состава полезного ископаемого

1. Общие сведения.

Фракционным составом полезного ископаемого называется содержание в полезном ископаемом фракций различной плотности.

Плотностью минерального зерна (δ , т/м³) называется отношение массы зерна (m, т) в монолите к его объему (V, м³).

Плотностью среды (Δ , т/м³) называется отношение массы среды (m', т) к занимаемому ею объему (V', м³).

Для определения фракционного состава проводят фракционное разделение пробы полезного ископаемого, целью которого является определение количественного и качественного соотношения фракций различной плотности в полезном ископаемом.

Фракционному разделению подвергают различные классы крупности.

В качестве разделительных сред при проведении фракционного разделения используют тяжёлые жидкости и суспензии.

Для расслоения проб угля ($\delta_{\text{сп.}} = 1500 \text{ кг/м}^3$) в качестве среды используют тяжёлую жидкость, плотность которой 1300, 1400, 1500, 1600, 1800 кг/м³.

Для расслоения проб железной руды с плотностью, равной 3500 – 3700 кг/м³, используют тяжёлые жидкости и суспензии с плотностью, равной 2700, 3000, 3300, 3500, 3700, 4000 кг/м³.

2. Производство фракционного разделения руды

Для проведения фракционного разделения пробы руды имеют набор бачков (1) с вставленными перфорированными бачками (2). Тяжелую жидкость, например Клеричи с плотностью $\delta = 4250 \text{ кг/м}^3$, растворяют до промежуточных плотностей, равным 2700, 3000, 3300, 3500, 3700, 4000 кг/м³ и помещают в бачки. Пробу руды определённого класса крупности засыпают в бачок 2, имеющий сетчатое дно, и погружают в бачок 1 с раствором тяжёлой жидкости наименьшей промежуточной плотности (2700 кг/м³).

Фракция руды плотностью меньше 2700 кг/м³ всплывает (легкая фракция), а плотностью больше 2700 кг/м³ – тонет (тяжелая фракция).

Всплывшую (легкую) фракцию руды снимают перфорированным черпаком 3, промывают и переносят в отдельную ёмкость 4.

Бачок 2 с осевшим в нём продуктом (тяжелая фракция) плотностью больше 2700 кг/м^3 извлекают из первого сосуда и переносят в следующий сосуд с раствором жидкости Клеричи с промежуточной плотностью 3000 кг/м^3 . В этом случае всплывают зёрна руды плотностью больше 2700 кг/м^3 и меньше 3000 кг/м^3 . Потонувшую (тяжёлую) фракцию составляет продукт плотностью больше 3000 кг/м^3 .

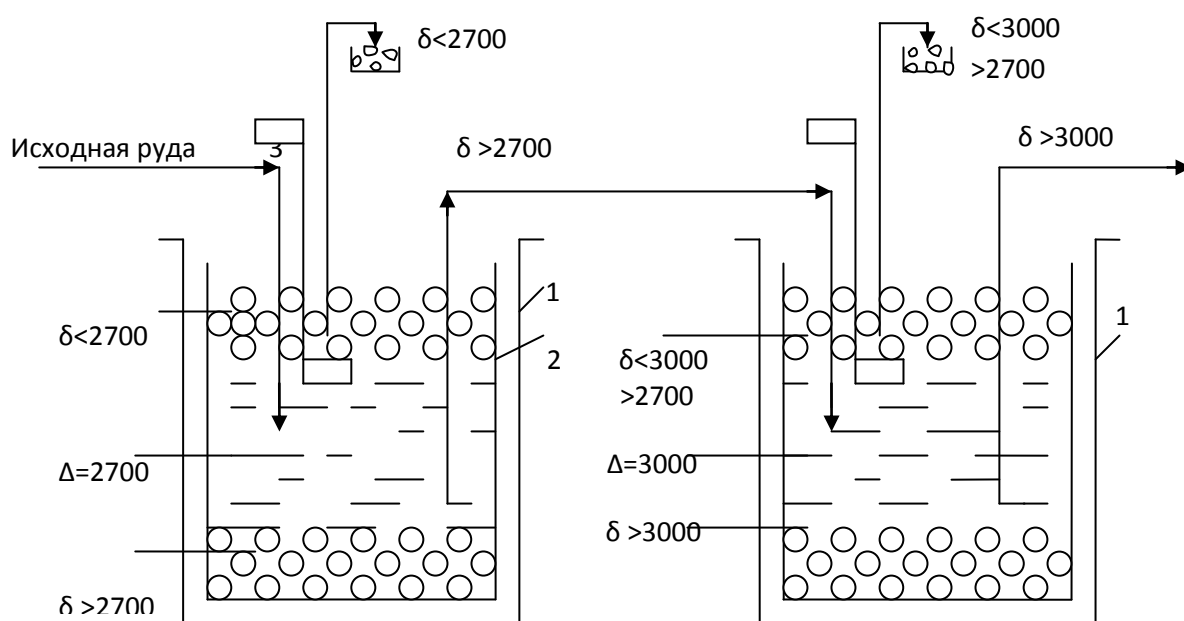


Рис.1. Схема производства фракционного разделения полезного ископаемого

Опыт проводят по мере необходимости до получения определённого количества фракций (3-4-5 и т.д.). В последнем, наиболее плотном растворе жидкости Клеричи (4000 кг/м^3) получают 2 конечные фракции: лёгкую фракцию плотностью $3700-4000 \text{ кг/м}^3$ и тяжёлую фракцию плотностью больше 4000 кг/м^3 . При числе промежуточных растворов жидкости Клеричи, равном n , получаем число фракций, равное $n + 1$.

Все фракции руды, полученные в результате фракционного анализа, отдельно промывают, высушивают, взвешивают и от каждой фракции отбирают пробу на химический анализ для определения массовой доли полезного компонента и пустой породы.

На основании данных о массе отдельных фракций и их качестве делают вывод об обогатимости полезного ископаемого.

Результаты фракционного анализа и расчета показателей фракционного состава руды заносят в таблицу 1.

2. Расчет показателей фракционного состава руды.

2.1 Задание:

Вес пробы для фракционного разделения руды принимается в зависимости от крупности руды. Для класса крупности 50-100 мм вес пробы составляет от 100 до 300 кг.

В соответствии с порядковым номером фамилии студента в списке **масса пробы в качестве исходного значения составляет:**

№ п/п 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
14

Масса, кг: 110; 115; 120; 125; 130; 135; 140; 145; 150; 155; 160; 165; 170; 175;

Таблица 1– Результаты расчета показателей фракционного состава руды

Плотность тяжелой жидкости, Δ , т/м ³	Плотность фракции, δ т/м ³	Выход фракции,		Массовая доля железа во фракции, β , %	Произведение $\gamma\beta$
		Q, кг	γ , %		
1	2	3	4	5	6
2,7	- 2,7 + 0	5	4,762	4,2	20,000
3,0	- 3,0 + 2,7	7			
3,3	- 3,3 + 3,0	14			
3,5	- 3,5 + 3,3	16			
3,7	- 3,7 + 3,5	24			
4,0	- 4,0 + 3,7	27			
	+ 4,0	12	11,429	65,3	746,314
	Итого	105	100	$\alpha=$	100 α

2.2 Порядок выполнения работы.

Масса каждой фракции ($Q_{фр}$, кг) определяется путем прямого взвешивания после промывки и сушки фракций и в сумме равна массе исходной пробы. *Например*, при массе исходной пробы 105 кг., масса отдельных фракций распределится: $5+7+14+16+24+27+12= 105$;

Результаты определения заносим в таблицу 1. (*приведены некоторые элементы расчета показателей контрольного варианта $Q=105$ кг*).

Выход каждой фракции ($\gamma_{\text{фр}}$, %) рассчитывается по формуле:

$$\gamma_{\text{фр}} = \frac{Q_{\text{фр}}}{Q_{\text{исх}}} \cdot 100\% \quad \text{Например:} \quad \gamma_{\text{фр}(2,7-0)} = \frac{5}{105} \cdot 100 = 4,762\%$$

Сумма выходов всех фракций должна составить 100%

Показатели массовой доли железа во фракции определяется химическим анализом. На основании опыта работы базового предприятия принимаем массовую долю железа во фракциях с учетом низкого значения во фракции наименьшей плотности (например, 4,2%) и повышением во фракциях большей плотности (например, до 65,3%).

Для определения массовой доли железа в общей пробе (графа 5, строка «Итого») пользуемся уравнением баланса металла:

$$\gamma_{\text{к-т}} \beta_{\text{к-т}} + \gamma_{\text{хв}} \beta_{\text{хв}} = 100\alpha;$$

Для этого находим произведение $\gamma_{\text{фр}} \beta_{\text{фр}}$ для каждой фракции умножением выхода фракции (графа 4) на массовую долю железа во фракции (графа 5) и заносим в графу 6.

$$\gamma_{\text{фр}(2,7-0)} \beta_{\text{фр}(2,7-0)} = 4,762 \times 4,2 = 20,000$$

$$\gamma_{\text{фр}(+4)} \beta_{\text{фр}(+4)} = 11,429 \times 65,3 = 746,314$$

$$\gamma_{\text{фр}(2,7-0)} \beta_{\text{фр}(2,7-0)} + \dots + \gamma_{\text{фр}(+4)} \beta_{\text{фр}(+4)} = 100\alpha;$$

$$20,000 + \dots + 746,314 = 100\alpha;$$

Массовая доля железа в общей пробе (графа 5, строка «Итого») определяется делением суммы произведений $\gamma_{\text{фр}} \beta_{\text{фр}}$ (графа 6, строка

«Итого») на 100:
$$\sum_1^n \gamma_{\text{фр}} \beta_{\text{фр}} = 100\alpha; \quad \alpha = \frac{\sum_1^n \gamma_{\text{фр}} \beta_{\text{фр}}}{100}$$

Практическое занятие №2

Тема: Составление и расчет схемы гравитационного разделения руды по данным фракционного состава полезного ископаемого

Место гравитационных методов обогащения среди других методов в современных технологиях переработки сырья. Руды, подвергаемые гравитационному обогащению.

Сущность гравитационных методов обогащения

Дать определение гравитационного метода обогащения, кратко изложить историю и перспективы развития, достоинства и недостатки. Привести классификацию по разновидностям гравитационных процессов, кратко охарактеризовать.

Определение фракционного состава руды

Назначение и порядок выполнения фракционного анализа

Дать определение фракционного анализа руды, цель его проведения, понятие обогатимости, характеристику разделительных сред.

Изложить порядок производства фракционного анализа в соответствии со схемой (рис.1).

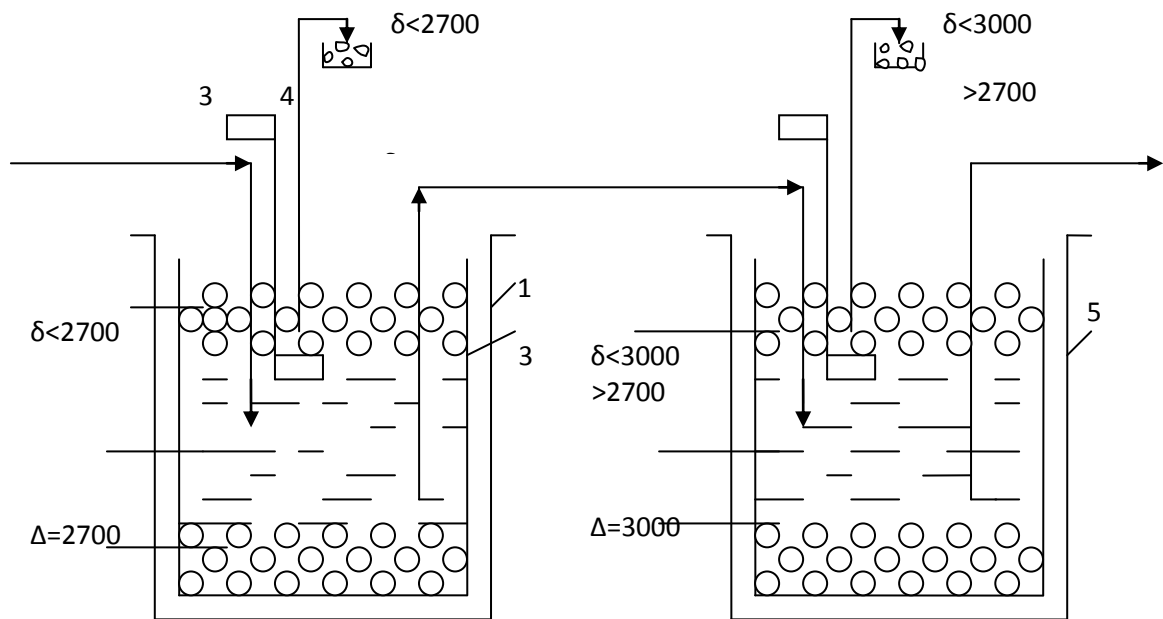


Рис. 1. Схема фракционного анализа руды

1;5 – сосуды (бачки) с промежуточными растворами тяжелой жидкости;

2 – сосуд (бачок) с сетчатым дном;

3 – перфорированный черпак;

4 – емкость для легкой фракции;

Условные обозначения: δ – плотность фракций, определяется как отношение массы фракции к занимаемому ею объему, $\text{кг}/\text{м}^3$;

Δ – плотность тяжелой жидкости, определяется как отношение массы жидкости к занимаемому ею объему, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Оформление результатов фракционного анализа

В соответствии с заданием определить массу и выход фракций различной плотности относительно исходной руды и массовую долю железа в каждой фракции. Результаты фракционного разделения руды занести в таблицу 1 по приведенной форме.

Таблица 1- Результаты фракционного анализа руды

Плотность тяжелой жидкости, Δ , т/м ³	Плотность фракции, δ т/м ³	Выход фракции,		Массовая доля железа во фракции, β , %	Произведение $\gamma\beta$
		Q, кг	γ , %		
1	2	3	4	5	6
2,7	- 2,7 + 0				
3,0	- 3,0 + 2,7				
3,3	- 3,3 + 3,0				
3,5	- 3,5 + 3,3				
3,7	- 3,7 + 3,5				
4,0	- 4,0 + 3,7				
	+ 4,0				
	Итого		100	$\alpha =$	

Масса каждой фракции ($Q_{фр}$, кг) определяется путем прямого взвешивания после промывки и сушки фракции.

Выход фракции ($\gamma_{фр}$, %) рассчитывается по формуле:

$$\gamma_{фр} = \frac{Q_{фр}}{Q_{исх}} \cdot 100\% ;$$

Показатели массовой доли железа во фракции определяется химическим анализом.

С целью определения массовой доли железа в общей пробе (графа 6, строка «итого») пользуемся уравнением баланса металла:

$$\gamma_{к-м} \beta_{к-м} + \gamma_{хв} \beta_{хв} = 100\alpha ;$$

Для этого находим произведение $\gamma_{фр} \beta_{фр}$ для каждой фракции умножением выхода фракции (графа 4) на массовую долю железа во фракции (графа 5) и заносим в графу 6. Массовая доля железа в общей пробе (графа 5, строка «итого») определяется делением суммы произведений $\gamma_{фр} \beta_{фр}$ (графа 6, строка «итого») на 100.

$$\sum_1^n \gamma_{фр} \beta_{фр} = 100\alpha ;$$

$$\alpha = \frac{\sum_1^n \gamma_{\text{фр}} \beta_{\text{фр}}}{100}$$

Расчет показателей гравитационного разделения руды.

Расчет показателей гравитационного разделения руды удобнее вести в табличной форме (таблица 2).

Результаты фракционного анализа руды переносим из таблицы 1 (графы 1,2,4,5,6) в таблицу 2 (графы 1,2,3,6,7) соответственно.

Суммарный выход потонувшей фракции (концентрата) считается «по плюсу», т.е. последовательным сложением выходов отдельных фракций, начиная с фракции наибольшей плотности (+4 т/м³).

Суммарный выход всплывшей фракции (хвостов) считается «по минусу», т.е. последовательным сложением выходов отдельных фракций, начиная с фракции наименьшей плотности (2,7 + 0, т/м³).

Результаты суммирования выходов фракций различной плотности заносим в графы 4 и 5 соответственно для концентрата и для хвостов.

Графы 8 и 9 являются вспомогательными для определения суммарной массовой доли железа в концентрате (потонувших фракциях, графа 10) и в хвостах (всплывших фракциях, графа 11).

Суммарное произведение $\gamma\beta$ для концентрата (графа 8) определяется последовательным суммированием данных графы 7, начиная от фракции с наибольшей плотностью, т.е. снизу вверх; для хвостов (графа 9) – последовательным суммированием данных графы 7, начиная от фракции и наименьшей плотностью, т.е. сверху вниз.

Массовая доля железа в концентрате (графа 10) определяется делением суммарного произведения $\gamma\beta$ для концентрата (графа 8) на суммарный выход концентрата (графа 4).

Массовая доля железа в хвостах (графа 11) определяется делением суммарного произведения $\gamma\beta$ для хвостов (графа 9) на суммарный выход хвостов (графа 5).

Извлечение железа во фракцию (графа 12) рассчитываем из уравнения, связывающего относительные показатели:

$$\gamma_{\text{фр}}\beta_{\text{фр}} = \varepsilon_{\text{фр}}\alpha$$

Для этого произведение $\gamma\beta$ для каждой фракции (графа 7) делим на массовую долю железа в исходной пробе (графа 6, строка «итого»).

Извлечение железа в концентрат (графа 13) определяется последовательным суммированием значений извлечения во фракцию (графа 12), начиная с фракции наибольшей плотности, т.е. снизу вверх.

Извлечение железа в хвосты (графа 14) определяется последовательным суммированием значений извлечения во фракцию (графа 12), начиная с фракции наименьшей плотности, т.е. сверху вниз.

Построение технологической схемы гравитационного разделения руды

Технологическая схема гравитационного разделения руды должна схематично отражать последовательность операций фракционного анализа руды с нанесением на ней показателей плотности тяжелой жидкости в каждой операции и показателей качества (γ, β, ϵ) фракций соответствующей плотности, взятых из таблицы 2.

Схема выполняется на ватмане формата А-1 с нанесением качественных и количественных показателей в соответствие с расчетом.

Построение графической характеристики обогатимости руды

Под характеристикой обогатимости руды понимают количественное и качественное соотношение фракций различной плотности в полезном ископаемом.

Исходными данными для построения графической характеристики обогатимости служат результаты гравитационного разделения руды, взятые из таблицы 2.

По горизонтальной оси откладывают показатели разделительной плотности тяжелой жидкости (Δ , т/м³). По вертикальной – суммарные показатели выхода, массовой доли и извлечения (%) для концентрата и хвостов соответствующей плотности.

Таблица 2 – Расчет показателей гравитационного разделения руды

Плотность тяжелой жидкости, Δ , т/м ³	Плотность фракций, δ , т/м ³	Выход, γ , %			Массовая доля железа, β %						Извлечение, ϵ %		
		фракции	концентрация (потонувших фракций)	хвостов (всплывших фракций)	во фракции	произведение $\gamma \beta$	суммарное произведение $\gamma \beta$		суммарная		во фракцию	в концентрат	в хвосты
							Для конта	для хвостов	в концентрате	в хвостах			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2,7	-2,7+0		100									100	
3,0	-3,0+2,7												
3,3	-3,3+3,0												
3,5	-3,5+3,3												
3,7	-3,7+3,5												
4,0	-4,0+3,7 +4,0			100									100
Итого		100			$\alpha=$						100		

Список литературы

1. Мелик-Гайказян В.И., Емельянова Н.П.; Юшина Т.И. Методы решения задач теории и практики флотации [Текст]: учебник для вузов – М.: Издательство МГГУ «Горная книга», 2013 г.– 363 с.
2. Федотов К.В., Никольская Н.И. Проектирование обогатительных фабрик: [Текст] учебник для вузов – М.: Издательство МГГУ «Горная книга», 2012 г. – 536 с.
3. Авдохин В.М. Обогащение углей: [Электронный ресурс] учебник для вузов: В 2 т. – М.: Издательство «Горная книга», 2012 г. – Т. 2. Технологии. – 475 с. // Университетская библиотека ONLINE – [http:// biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/)
4. Абрамов А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Технология обогащения полезных ископаемых : Учебник для студентов вузов. - (Высшее горное образование). Т. II. - 2004. - 509 с.
5. Горные машины и оборудование [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 130403.65 «Открытые горные работы» / Юго-Западный государственный университет, Кафедра горного дела и обогащения полезных ископаемых. - ЮЗГУ, 2012. - 12 с.(ЭУ)
6. Горные машины и оборудование [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 130405.65 «Обогащение полезных ископаемых» / Юго-Западный государственный университет, Кафедра горного дела и обогащения полезных ископаемых. - ЮЗГУ, 2012. - 18 с.(ЭУ)
7. Разумов К. А. Проектирование обогатительных фабрик [Текст] : учебник для вузов / К. А. Разумов, В. А. Перов. - Недра, 1982. - 518 с.