

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 02.06.2022 12:48:42
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781933be730df2374d16f5c0ce536f0fc6

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
« 1 » 02 2022г.



ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания по выполнению практических работ для
студентов специальности 21.05.04 Горное дело
Специализаций «Обогащение полезных ископаемых»
«Открытые горные работы»

Курск 2022

УДК 622

Составитель: Л.А. Семенова

Рецензент

Кандидат географических наук, доцент Р.А. Попков

Обогащение полезных ископаемых: Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализаций «Обогащение полезных ископаемых», «Открытые горные работы» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.А. Семенова.- Курск, 2022.- 12с.: рис. 2.- Библиогр.: с. 12.

Содержит основные сведения о правилах выполнения и оформления практических работ по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых». В работе даны рекомендации по выбору и расчету качественно-количественной и водно-шламовой схем обогащения.

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», «Открытые горные работы».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист 0,69 Уч.-изд.л. 0,63 Тираж 100 экз. Заказ Бесплатно 1043

Юго-Западный государственный университет.

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

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
« ___ » _____ 2022г.

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания по выполнению практических работ для
студентов специальности 21.05.04 Горное дело
Специализаций «Обогащение полезных ископаемых»
«Открытые горные работы»

Курск 2022

УДК 622

Составитель: Л.А. Семенова

Рецензент

Кандидат географических наук, доцент Р.А. Попков

Обогащение полезных ископаемых: Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализаций «Обогащение полезных ископаемых», «Открытые горные работы» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.А. Семенова.- Курск, 2022.- 12с.: рис. 2.- Библиогр.: с. 12.

Содержит основные сведения о правилах выполнения и оформления практических работ по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых». В работе даны рекомендации по выбору и расчету качественно-количественной и водно-шламовой схем обогащения.

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», «Открытые горные работы».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист 0,69 Уч.-изд.л. 0,63 Тираж 100 экз. Заказ Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

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

Содержание

1	Практическое занятие №1. Методы расчета качественно-количественных и водно-шламовых схем обогащения	4
2	Практическое занятие №2. Определение обогатимости железной руды методом магнитного анализа	10
	Список литературы	12

Практическое занятие №1

Тема: Методы расчета качественно-количественных и водно-шламовых схем обогащения

1. Общие сведения

При расчете качественно-количественных схем обогащения определяют для всех продуктов схемы численные значения основных технологических показателей.

Качественно-количественная схема включает относительные и абсолютные технологические показатели:

Относительными технологическими показателями в схемах являются:

γ_n - выход продукта переработки от исходного продукта схемы, %;

β_n - массовая доля полезного компонента в продукте переработки, %;

α , или β_1 - массовая доля полезного компонента в исходной руде, %;

ε_n - извлечение полезного компонента в продукт переработки, %.

Абсолютными технологическими показателями в схемах являются:

Q_n - масса продукта переработки в каждой точке схемы, т/час;

P_n - масса полезного компонента в продукте переработке (P_n , т/час).

Формулы, связывающие относительные и абсолютные технологические показатели, следуют из определений:

Выход продукта переработки – это отношению массы продукта переработки к массе исходного продукта, умноженному на 100%:

$$\gamma_n = \frac{Q_n}{Q_{исх}} \cdot 100\% ;$$

Массовая доля полезного компонента в продукте переработки – это отношение массы полезного компонента в продукте переработки к массе всего этого продукта, умноженному на 100%:

$$\beta_n = \frac{P_n}{Q_n} \cdot 100\% ;$$

Извлечение полезного компонента в продукт переработки – это отношение массы полезного компонента в этом продукте переработки к массе полезного компонента в исходном продукте, умноженному на 100%:

$$\varepsilon_n = \frac{P_n}{P_{исх}} \cdot 100\%$$

Уравнения, связывающие все относительные показатели:

$$\gamma_n \beta_n = \varepsilon_n \alpha ;$$

2. Порядок расчета качественно-количественной схемы

Расчет качественно-количественной схемы обогащения подробно изложен в «Проектировании обогатительных фабрик» К.А. Разумова и сводится к определению относительных и абсолютных показателей технологической схемы.

Расчет качественно-количественной схемы рекомендуется производить вначале в относительных, затем в абсолютных показателях в следующей последовательности:

1). Определить число исходных показателей, необходимых и достаточных для расчета схемы в относительных показателях:

$$N = c \cdot (1 + n_p - a_p) - 1; \quad N_n = c \cdot (n_p - a_p);$$

где N – общее число исходных показателей, *необходимых и достаточных* для расчета схемы относительных показателях;

c - число расчетных компонентов (для монометаллической руды $c=2$; для двухкомпонентной $c=3$ и т.д.);

n_p - число продуктов разделения в схеме;

a_p - число операций разделения в схеме;

N_n - число исходных относительных показателей, относящихся только к продуктам обработки.

2). Общее число численных значений (N), принятых в качестве исходных, состоит из значений выхода продукта (N_γ), массовой доли полезного компонента в продукте (N_β) и извлечения полезного компонента в продукт (N_ε), принятых в качестве исходных, и составляет:

$$N = N_\gamma + N_\beta + N_\varepsilon$$

В качестве исходных обычно принимаются показатели массовой доли и извлечения (N_β ; N_ε) в концентратах основных, перечистных и контрольных операций. Показатели выхода (N_γ) как правило, в качестве исходных не принимаются, т. е. $N_\gamma = 0$. Подставляя значение N_γ в формулу, получим:

$$N = 0 + N_\beta + N_\varepsilon; \quad N = N_\beta + N_\varepsilon;$$

3). Максимальное число показателей извлечения ($N_{\varepsilon \max}$), которое может быть принято в качестве исходного, составляет:

$$N_{\varepsilon \max} = n_p - a_p;$$

4). Число показателей массовой доли при этом составит:

$$N_\beta = N - N_{\varepsilon \max}$$

5). На основании данных исследований или опыта работы действующей фабрики, перерабатывающей аналогичное сырье, устанавливают численные значения показателей массовой доли (β_n) и извлечения (ε_n), принятых в качестве исходных. Массовая доля полезного компонента в исходной руде (β_1) обычно дается в задании.

3.Задание: Определить число необходимых и достаточных исходных показателей для расчета схемы и рассчитать искомые относительные и

абсолютные показатели *принципиальной* схемы флотации хвостов мокрой магнитной сепарации (ММС) железной руды (рис.1).

Определяем число необходимых и достаточных исходных показателей для расчета схемы в относительных показателях:

$$N = c \cdot (1 + n_p - a_p) - 1 = 2 \times (1 + 2 - 1) - 1 = 3;$$

Максимальное число показателей извлечения, принятых в качестве исходных: $N_{\varepsilon \max} = n_p - a_p = 2 - 1 = 1;$

Число показателей массовой доли при этом составит:

$$N_{\beta} = N - N_{\varepsilon \max} = 3 - 1 = 2;$$

Студенты принимают исходные показатели для расчета схемы исходя из **базовых показателей**: $Q_1 = 200$ т/ч; $\alpha = 25-27\%$; $\beta_2 = 56-58\%$; $\varepsilon_2 = 55-57\%$ и порядкового номера фамилии в списке.

К базовому показателю производительности ($Q_1=200$ т/ч) последовательно по номерам прибавляется 10 т/ч., значения относительных показателей принимаются самостоятельно в пределах базовых дробными числами (конечные целые числа не принимать).

Таблица 1- Варианты заданий для выполнения практических занятий

Фамилия студента	Производительность Q, т/ч	Массовая доля железа, % (в пределах)		Извлечение полезного компонента, % (ε)
		в исх. руде (α)	в концентрате (β)	
1.	200+10	25-27	56-58	55-57
2.	200+20			
3.	200+30			
4.	200+40			

И так далее

Расчет неизвестных (искомых) относительных показателей для всех продуктов схемы производится исходя из уравнения, *связывающего относительные показатели*:

$$\gamma_n \beta_n = \varepsilon_n \alpha,$$

где : $\gamma_n, \beta_n, \varepsilon_n$ - соответственно выход продукта, массовая доля полезного компонента в продукте и извлечение полезного компонента в продукт, %;

α - массовая доля полезного компонента в исходном продукте (β_1), %.

По формуле $\gamma_n = \frac{\varepsilon_n \alpha}{\beta_n}$ определяются значения выходов для продуктов схемы с известными значениями массовой доли полезного компонента

Из уравнения баланса выходов ($\gamma_{к-т} + \gamma_{хв} = \gamma_{исх}$) определяются недостающие значения выходов:

$$\gamma_{хв} = \gamma_{исх} - \gamma_{к-т};$$

Аналогично по формуле $\varepsilon_n = \frac{\gamma_n \beta_n}{\alpha}$ определяются значения извлечений для продуктов с известными показателями массовой доли и выхода.

Из уравнения баланса извлечений ($\varepsilon_{к-т} + \varepsilon_{хв} = \varepsilon_{исх}$) определяются недостающие значения извлечений:

$$\varepsilon_{хв} = \varepsilon_{исх} - \varepsilon_{к-т}$$

По формуле $\beta_n = \frac{\varepsilon_n \alpha}{\gamma_n}$ определяются неизвестные значения массовой доли полезного компонента в продуктах переработки.

При расчете схемы могут быть использованы частные выходы (γ_n^I) и частные извлечения (ε_n), которые определяются по отношению к отдельным операциям схемы, имея в виду, что исходным в таком случае является продукт, поступающий в данную операцию.

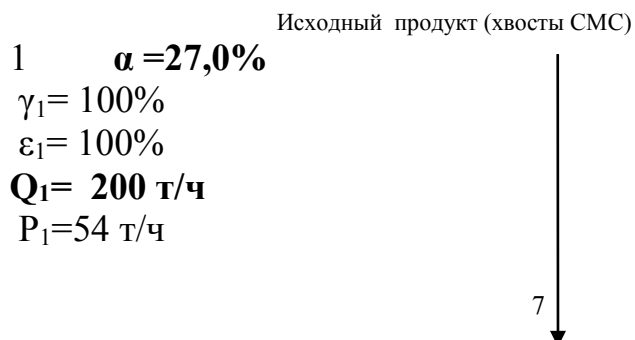
Проверка правильности расчета схемы производится по балансовым уравнениям конечных продуктов обогащения:

$$\begin{aligned} \gamma_{к-т} + \gamma_{хв} &= 100\% - \text{баланс выходов;} \\ \varepsilon_{к-т} + \varepsilon_{хв} &= 100\% - \text{баланс извлечений;} \\ \gamma_{к-т} \beta_{к-т} + \gamma_{хв} \beta_{хв} &= 100\alpha - \text{баланс металла.} \end{aligned}$$

Расчет схемы в абсолютных показателях производится на основании рассчитанной схемы в относительных показателях, для чего необходимо знать массу какого-нибудь одного продукта схемы, обычно исходного.

При расчете схемы пользуются формулами:

$$Q_n = \frac{\gamma_n \cdot Q_{исх}}{100}, m / час; \quad P_{исх} = \frac{\alpha \cdot Q_{исх}}{100}, m / час; \quad P_n = \frac{\varepsilon_n \cdot P_{исх}}{100}, m / час.$$



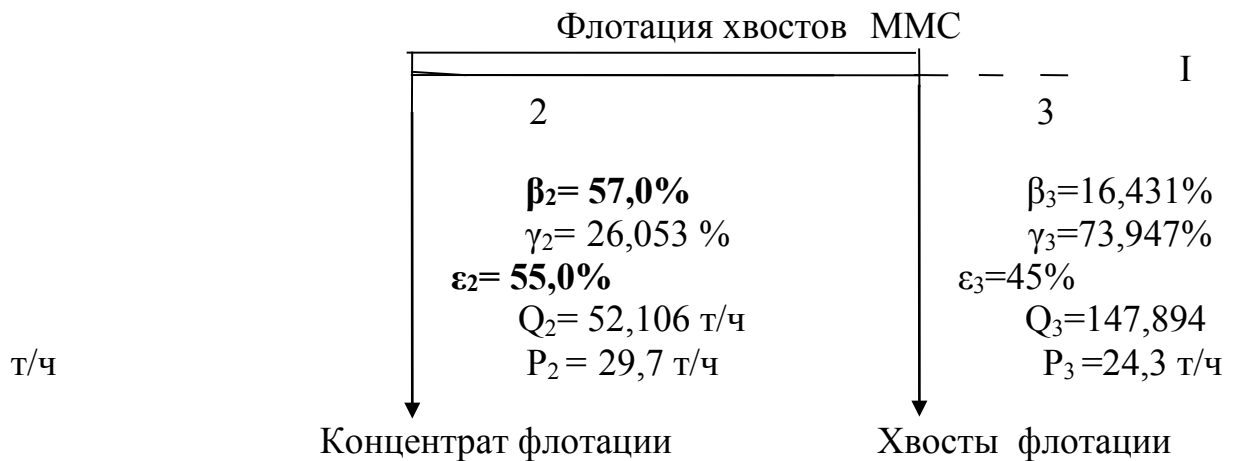


Рис. 1 Принципиальная схема флотации хвостов мокрой магнитной сепарации.

Проверка по балансу металла:

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

$$26,053 \times 57 + 73,947 \times 16,431 = 100 \times 27;$$

$$1485,021 + 1215,023 = 2700;$$

$$2700,0 = 2700,0$$

Результаты расчета качественно-количественной схемы наносятся на технологическую схему обогащения (рисунок 1) и заносятся в таблицу 1.

Таблица 1- Форма записи результатов расчета принципиальной качественно-количественной схемы флотации (по данным базового варианта)

№№ операц. и прод.	Наименование операций и продуктов	Q, м/час	γ, %	α (β), %	ε, %	P, м/час
1	2	3	4	5	6	7
I	Основная флотация					
	Поступает:					
1	Исх. продукт (хв. ММС)	200	100	27,0	100	54,0
	Всего поступает:.....	200	100	27,0	100	54,0
	Выходит:					
2	Концентрат флотации	52,106	26,053	57,0	55,0	29,7
3	Хвосты флотации	147,894	73,947	16,431	45,0	24,3
	Всего выходит:	200	100	27,0	100	54,0

Практическое занятие №2

Тема: Определение обогатимости железной руды методом магнитного анализа

1. Теоретические сведения

Сущность магнитного метода обогащения заключается в воздействии на зерна руды магнитной и механической сил, в результате которого зерна с различными свойствами приобретают различные траектории движения. Перемещаясь по своим траекториям, магнитные и немагнитные зерна выводятся из магнитного поля в виде отдельных продуктов, отличающихся не только по магнитным свойствам, но и по вещественному составу.

Магнитный анализ применяется для определения содержания магнитных минералов в продуктах обогащения и позволяет выявить обогатимость руды и эффективность работы магнитных сепараторов.

По результатам геолого-технологического картирования неокисленные железистые кварциты Михайловского месторождения разделены на три сорта:

- легкообогатимый (ЛО), $Fe_{\text{общ}}$ в лабораторном концентрате - $> 66 \%$;
- среднеобогатимый (СО), $Fe_{\text{общ}}$ в лабораторном концентрате - $66-64 \%$;
- труднообогатимый (ТО), $Fe_{\text{общ}}$ в лабораторном концентрате - $< 64 \%$.

По результатам детальных исследований в качестве основного критерия принята массовая доля железа в лабораторном концентрате, полученного при проектной крупности помола 98% класса минус 50 мкм .

Магнитный анализ сильномагнитных руд крупностью менее 1 мм проводят сухим или мокрым способом, как правило, в трубчатом магнитном анализаторе. В этом анализаторе между полюсами электромагнита помещена стеклянная трубка, снабженная механизмом сообщения ей возвратно-поступательного движения, необходимого для улучшения отмывки немагнитных частиц от магнитных.

Для наглядности изобразим схему магнитного анализа (рис.1)



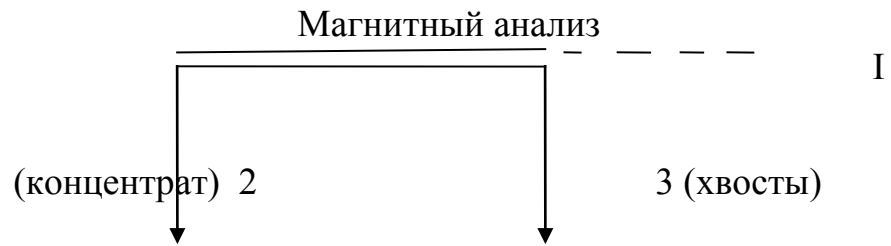


Рис.1 Технологическая схема анализа

Для расчета показателей приняты обозначения:

α – массовая доля железа в исходном продукте, %; β – массовая доля железа в магнитном продукте (концентрате), %; ν – массовая доля железа в немагнитном продукте (хвостах), %; γ – выход продукта, %; ε – извлечение полезного компонента в продукт, %

Рассчитываем выход магнитного продукта (концентрата) по формуле:

$$\gamma_{\kappa-m} = \frac{\alpha - \nu}{\beta - \nu} \cdot 100\% \quad (1)$$

Из уравнения баланса выходов продуктов определяем выход хвостов:

$$\gamma_{xв} = 100 - \gamma_{\kappa-m} \quad (2)$$

Из уравнения, связующего относительные показатели $\gamma_n \beta_n = \varepsilon_n \alpha$ определяем извлечение железа в концентрат:

$$\varepsilon_{\kappa-m} = \frac{\gamma_{\kappa-m} \cdot \beta_{\kappa-m}}{\alpha}, \% \quad (3)$$

Из уравнения баланса извлечений определяем извлечение железа в хвосты.

$$\varepsilon_{xв} = 100 - \varepsilon_{\kappa-m} \quad (4)$$

Результаты расчета показателей качества магнитного анализа заносим в таблицу и делаем выводы о категории обогатимости (принадлежности к технологическому сорту — легко-, средне- и труднообогатимому).

Контрольные вопросы

В чем сущность магнитного метода обогащения.

Назначение магнитного анализа.

Устройство магнитного анализатора.

Порядок выполнения магнитного анализа.

Обработка результатов, расчетные формулы.

Что является критерием обогатимости.

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. Разумов К. А. Проектирование обогатительных фабрик [Текст] : учебник для вузов / К. А. Разумов, В. А. Перов. - Недра, 1982. - 518 с.