

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 07.06.2023 12:02:03

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064c12181933be750d12374d16f5c0ce538f01c6

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью, горного дела



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.

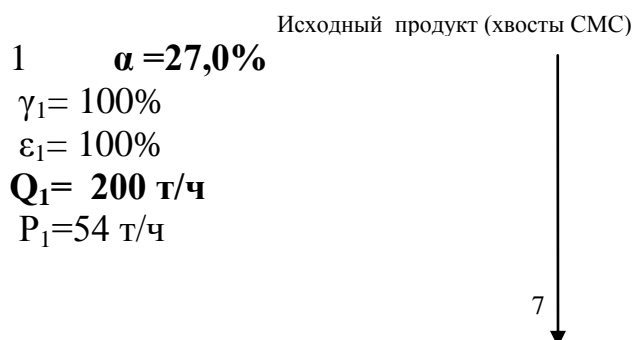
Проверка правильности расчета схемы производится по балансовым уравнениям конечных продуктов обогащения:

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

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:

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



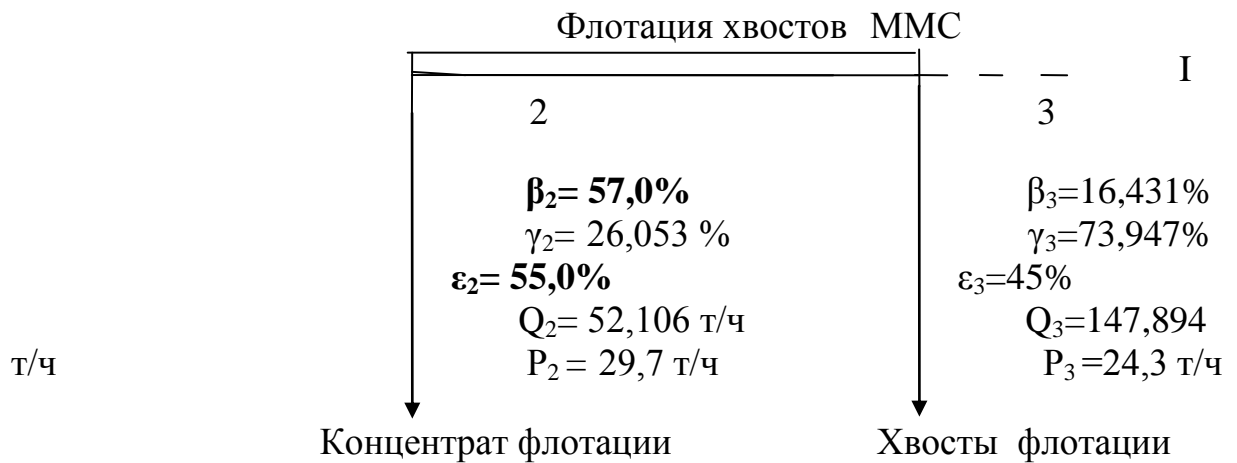


Рис. 1 Принципиальная схема флотации хвостов мокрой магнитной сепарации.

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.

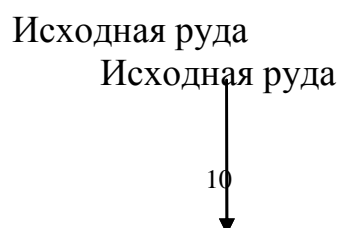
По результатам геолого-технологического картирования неокисленные железистые кварциты Михайловского месторождения разделены на три сорта:

- 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)



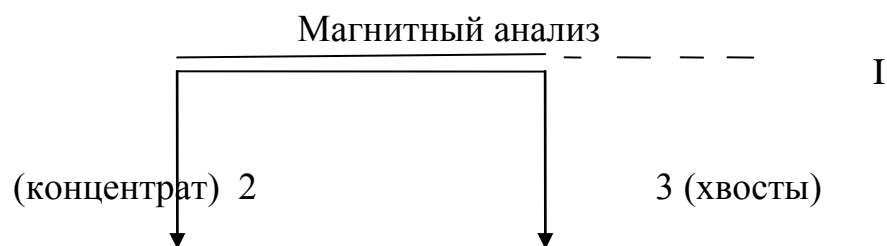


Рис.1 Технологическая схема анализа

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.