© И.К. Младецкий, П.И. Пилов, Е.Н. Кобец, 2005

УДК 622.776

И.К. Младецкий, П.И. Пилов, Е.Н. Кобец

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДА ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ В СЛОЖНЫХ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ СХЕМАХ

Семинар № 19

Основа расчета технологий обогащения полезных ископаемых является определение выхода продуктов. Разделительные аппараты имеют, как правило, несовершенные характеристики и добиться приемлемой эффективности сепарации в один прием не удается. По этой причине применяют различные соединения: последовательное и с рециклом; получаются сложные схемы, расчет которых затруднен. Рассмотрим возможные способы такого расчета.

Допустим, имеется технология обогащения полезного ископаемого (рис. 1). Как видим, это сложное соединение аппаратов. Расчет ее показателей традиционными методами практически невозможен, а наилучшей абстракцией разделительного аппарата есть сепарационная характеристика - $P(\alpha)$, выражающая вероятность перехода узкой фракции α подготовленного полезного ископаемого в обогащенный продукт.

С помощью $P(\alpha)$, преобразование сырья формализуется балансовыми уравнениями фракций α и сводится к системе таких линейных уравнений. Входная функция распределения фракций p_0 есть заданная. В соответствии со сказанным, схема на рис. 1 формализуется такой системой уравнений (1):

$$\left.\begin{aligned}
&p_{11} = P_1(p_0 + p_{22} + p_{41}),\\
&p_{12} = P_1^1(p_0 + p_{22} + p_{41}),\\
&p_{21} = P_2(p_{11} + p_{32}),\\
&p_{22} = P_2^1(p_{11} + p_{32}),\\
&p_{32} = P_2^1 p_{21},\\
&p_{31} = P_3 p_{21},\ \ p_{41} = P_4 p_{12},\\
&p_{42} = P_4^1 p_{12},\ \ p_{OC2} = p_{22} + p_{41}
\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Для того чтобы определить выходы всех продуктов необходимо решить сис-

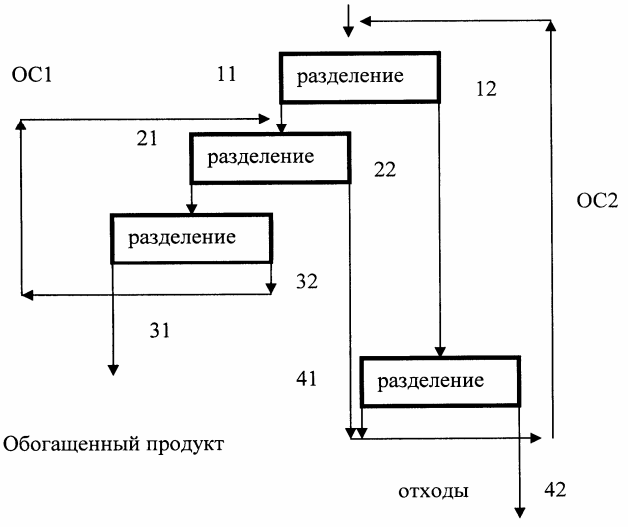


Рис. 1. Схема технологического разделительного блока , со сложными обратными связями

тему уравнений (1). Поскольку она высокого порядка, то решение осущест-вляется численно, например, методом простых итераций, который не накапливает погрешности, и дает возможность получить решение со сколь угодно высокой точностью. Численные решения требуют особого формального преобразования с целью приведения к алгоритмическому виду. Для системы линейных уравнений этот вид такой:

$$\vec{X}^{(i)} = A\vec{X}^{(i-1)} + \vec{B},$$

где $\vec{B}$ - вектор свободных членов; A - матрица коэффициентов; $\vec{X}^{(i)}$ - вектор приближений искомых корней.

С целью такого приведения системы уравнений выполним замену переменных:

$$p_{11} = X_1 \quad p_{12} = X_2, \quad p_{21} = X_3,$$
$$p_{22} = X_4, \quad p_{31} = X_5, \quad p_{32} = X_6,$$
$$p_{41} = X_7, \quad p_{42} = X_8,.$$

Затем перепишем с новыми переменными систему уравнений баланса

$$X_1 = P_1X_0 + P_1X_4 + P_1X_7,$$
$$X_2 = P_1^1X_0 + P_1^1X_4 + P_1^1X_7,$$
$$X_3 = P_2X_1 + P_2X_6,$$
$$X_4 = P_2^1X_1 + P_2^1X_6, \quad X_5 = P_3X_3,$$
$$X_6 = P_3^1X_3, \quad X_7 = P_4X_2,$$
$$X_8 = P_4^1X_2,$$

Матрица коэффициентов А будет выглядеть так:

			P_1			P_1	
			P_2^1			P_2^1	
P_2					P_2		
P_2^1					P_2^1		
	P_3						
	P_3^1						
		P_4					
		P_4^1					

А вектор свободных членов:

$$\vec{X} = (P_1X_0, P_1^1X_0, 0,0,0,0,0,0).$$

Поскольку диагональные элементы наибольшие, то итерационный процесс сходится, и решение всегда можно получить.

Так для схемы на рис. 1 получено решение в виде матрицы:

Строка матрицы решения соответствует распределению фракции по всем продуктам схемы. Сумма элементов столбца дает общий выход продукта в точке схемы технологии (первая строка под таблицей). Для определения качественного показателя β в любой точке i схемы достаточно каждый элемент j столбца i умножить на качественный показатель α_j и полученные произведения сложить (вторая строка под таблицей). Таким образом, для любого сложного случая соединения, всегда можно получить расчетные значения качественно-количественных показателей. Пятый продукт представляет собой обогащенный, а восьмой – обедненный. Сумма выходов этих продуктов равна единице, что и получено в результате расчета. Сум-

C=	0.002	0.21	0.003	0.34	0.002	0.22	0.001	0.1
	0.049	0.28	0.05	0.297	0.03	0.195	0.016	0.09
	0.135	0.31	0.1	0.24	0.07	0.16	0.033	0.07
	0.2	0.136	0.21	0.14	0.14	0.09	0.066	0.044
	0.32	0.08	0.28	0.07	0.184	0.04	0.088	0.022
	0.5	0.03	0.33	0.02	0.216	0.1	0.1	0.006
γ = (1.386 1.046 0.973 1.107 0.642 0.805 0.304 0.332)								
β = (0.798 0.32 0.76 0.26 0.76 0.26 0.76 0.26)								

Рис. 2. Разделительная схема с рециклом.

мы остальных столбцов есть выходы по соответствующим продуктам.

Различают выход от операции и выход по отношению ко входному продукту. Этот, второй, выход является основополагающим. На предприятии для составления технологического баланса большей частью пользуются этими , интегральными показателями, а распределение по фракциям необходимо при исследовании технологии. Если определять выходы по отношению к исходному продукту непосредственно с помощью эксперимента, то необходимо учитывать эквивалентное запаздывание, что требует достаточно скрупулезной исследоватеьльской работы. Определение выходов от операции не представляет затруднений. Поэтому имеет смысл вычислять выходы на основании имеющихся выходов от операции.

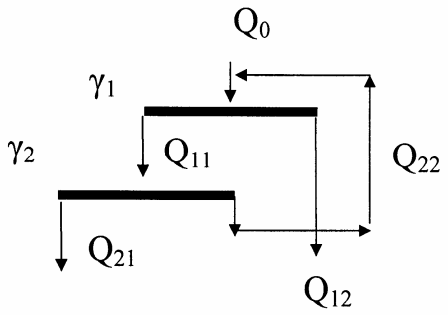
Допустим, имеем некоторую разделительную схему (рис. 2).

Запишем систему балансовых уравнений для данной схемы:

$$Q_{11} = \gamma_1(Q_0 + Q_{22}),\ Q_{12} = \gamma_1^1(Q_0 + Q_{22}),$$

$$Q_{21} = \gamma_2 Q_{11},\ Q_{22} = \gamma_2^1 Q_{11}.$$

Количество уравнений равно количеству неизвестных, поэтому решение однозначно и, учитывая невысокий порядок системы, ее можно решить подстановкой. Определим выход обогащенного продукта:



$$Q_{21} = Q_0 \frac{\gamma_1\gamma_2}{1-\gamma_1\gamma_2^1}\ ,\ \gamma_{21} = \frac{Q_{21}}{Q_0} = \frac{\gamma_1\gamma_2}{1-\gamma_1\gamma_2^1}.$$

Таким образом, на основании известных выходов по отдельным операциям и зная законы преобразования продуктов в разделительных схемах, как уже показано выше с помощью сепарационных характеристик, можно определить выход любого продукта по отношению к исходному.

Когда схема разделения достаточно сложная, решить систему балансовых уравнений подстановкой становится практически невозможно. Тогда решение производится численными методами, а поскольку уравнения линейные, то метод простых итераций также вполне приемлем. Результатом решения будут расходы продуктов во всех точках технологической схемы, а выходы по отношению к исходному питанию, по мере необходимости вычисляются отношением расходов: $\gamma_{IJ} = \frac{Q_{IJ}}{Q_0}$. Можно взять и другие отношения, тогда выход будет соответствовать отношению расходов в соответствующих точках.

Коротко об авторах

Младецкий И.К., Пилов П.И., Кобец Е.Н. – Национальный горный университет Украины.

© Е.С. Чепрасова, Ю.С. Мостыка, А.Ю. Мостыка, С.И. Кукин, Е.В. Кириллов, В.Б. Варченко, 2005

УДК 622.74

Е.С. Чепрасова, Ю.С. Мостыка, А.Ю. Мостыка, С.И. Кукин, Е.В. Кириллов, В.Б. Варченко

ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ КВАРЦИТОВ ОРЕХОВО-ПАВЛОГРАДСКОЙ ПОЛОСЫ

Семинар № 19

По сравнению с технологией переработки таких видов сырья, как руды цветных и черных металлов, уголь, обогащение нерудных материалов, в частности кварцитов, в значительной степени отстает, поскольку имеются еще в наличии месторождения, сырье которых не требует обогащения, и технологический процесс заключается лишь в дроблении и сортировке горной массы.

В отличие от технологии, принятой для руд и углей, при обогащении кварцита к основным методам переработки следует отнести грохочение, гидравлическую классификацию, про-мывку. При этом либо выделяются вредные примеси из материала, либо материал делится на товарные фракции с возможно минимальным взаимным засорением. В некоторых случаях методы дробления и измельчения также могут быть отнесены к основным операциям обогащения.

Кварциты относятся к метаморфическим породам, образовавшимся в земной коре из магматических и осадочных горных пород вследствие их глубокого изменения и преобразования под влиянием высокой температуры, давления, горячих растворов и газовых компонентов. Микроскопически кварцит характеризуется неравномернозернистой (до крупнокристал-лической) структурой и сложен крупными (до нескольких миллиметров) зернами кварца неправильной, в основном изометрической формы. По шкале М.М. Протодьяконова кварциты имеют коэффициент прочности 15-20. Кварциты широко используются в металлургическом производстве.

Ранее все ферросплавные и огнеупорные заводы получали кварциты ферросплавной и динасовой фракции из Овручского месторождения Житомирской области Украины, расположенного на значительном расстоянии от потребителей, которыми являются металлургические комбинаты юга и центра Украины, при этом транспортно-заготовительные расходы значительно повышают стоимость сырья.

Месторождение кварцитов Орехово-Павлоградской полосы, расположенное на территории Васильковского района Днепропетровской области является альтернативным источником получения продуктов переработки кварцитов. К его преимуществам в первую очередь относится более удобное географическое положение, территориальная близость к потребителям сырья.

Проведение детальной разведки, изучения сырья, оценка его качества и разработка соответствующих технологий позволило переориентировать Васильковский карьер, ранее производящий строительный щебень, на производство кварцита динасовой и ферросплавной фракций для использования в металлургии. В 1990-1991 гг. проведены поисково-оценочные и поисковые работы на кварцит для производства ферросплавов и динаса с положительными результата-

ми. В 2000 г. выполнена предварительная и детальная разведка месторождения (на глубину 200 м) и начата опытная эксплуатация с получением фракций 40-90 мм для ферросплавной промышленности и 10-40 мм для динасового производства.

В геологическом строении месторождения кварцитов Орехово-Павлоградской полосы принимают участие глубоко метаморфизованные образования нижней части центрально-приазовской серии архея. Падение пород крутое. Разрез расчленяется на следующие подразделения (снизу вверх):

- подрудная пачка;
- рудная пачка;
- надрудная пачка.

Подрудная пачка, в свою очередь, состоит из глубокометаморфизованных пород, которые включают в себя мигматиты, мигматизированные гнейсы, кристаллические сланцы, полиминеральные кварциты. Рудная пачка состоит из кварцитовых пород: пироксен - биотитовые, мономинеральные кварциты с гранатом. Надрудная пачка состоит из биотитовых, гранат - биотитовых гнейсов, кристаллических сланцев, мигматитов и, в меньшей мере, полиминеральных кварцитов.

По составу и текстурным особенностям вмещающие породы разнообразны и весьма неоднородны. Кристаллические сланцы – разнозернистые породы массивной или полосчатой текстуры сложены кварцем (0–50 %), плагиоклазом (до 15 %), микроклином (до 10 %), гранатом (5–40 %), пироксеном (5–75 %), рудными минералами (2–10 %). В их химическом составе преобладают крем-незем (среднее содержание 63,2 %), глинозем (8,7 %), триоксид железа (21,1 %).

Макроскопически кварцит светло-серый до серого, массивной текстуры, нередко трещиноватый с равномерной вкрапленностью граната величиной до 2-3 мм. Поры неправильной формы величиной до 2х3 мм. Минеральный состав более или менее постоянный: кварц (93-98 %), гранат (от ед. зерен до 5 %, преимущественно 1-3 %), рудные и акцессорные – пирит, пирротин, магнетит, гетит и другие гидрооксиды железа, пироксен, слюда, графит, полевой шпат и др. (от ед. зерен до 1 %). Поры и каверны среди кварца имеют неправильную форму, определяемую формой и размером окружающих зерен кварца. Нередко в порах присутствуют скелетной формы образования гидрооксидов железа.

Приведенные данные свидетельствуют, что обогащение такого вида сырья имеет свои технологические особенности.

Кварциты Васильковского месторождения добываются открытым способом и перерабатываются на двух дробильно-сортировочных установках ПДСУ. Конечным продуктом переработки являются кварциты крупностью 90 - 40 мм, 40 - 10 мм и –10 мм.

Изучение вещественного состава кварцитов показало, что фракция 90–40 мм пригодна для производства ферросплавов, фракция 10-40 – для производства динаса.

Фракция -10 мм без использования складировалась в отвал. Была исследована возможность использования этой фракции для производства СКМ-97.

Согласно ТУ 14-8-92-74, СКМ – 97 должна составлять $SiO_2 > 97$; $Al_2O_3 < 1,6$ и $Fe_2O_3 < 0,6$. Максимальная крупность 3,2 мм, количество класса –0,5 мм – 40-55 % и класса –0,09 мм – 20 %.

Изучение пробы кварцитов фракции – 10 мм показало, что она характеризуется сложным гранулометрическим составом, частицы кварцитов сильно загрязнены глинистыми примесями, каолинами и окислами железа. Гранулометрический состав класса – 10 мм приведен на рис. 1.

Поэтому для очистки кварцита использована отмывка, которая произво-

Таблица 1

Класс крупности, мм	Массовая доля SiO_2, %	Массовая доля Al_2O_3, %	Массовая доля Fe_2O_3,%
+ 3,2	93,9	1,86	1,86
+ 1,25	92,14	2,05	2,11
+ 0,8	91,92	2,08	2,14

дилась при интенсивной дезинтеграции материала. Химический состав фракций, представляющих интерес для промышленного использования, по данным проводимых анализов, приведен в табл. 1.

Как вся фракция – 10 мм, так и ее составляющие, ввиду несоответствия техническим требованиям к товарной продукции (низкая массовая доля SiO_2, высокие массовые доли Al_2O_3 и Fe_2O_3, неблагоприятный гранулометрический состав, загрязнение частицами глины) не могут быть использованы без обогащения.

Тем не менее после соответствующей обработки из фракции –10 мм представляется возможным получение смеси кварцитовой для огнеупорных бетонов СКМ-97, пользующейся спросом на внутреннем рынке. С этой целью разработан и запущен в эксплуатацию опытно-промышленный комплекс по производству СКМ-97.

Существующая опытно-промышленная схема обогащения кварцитов для получения СКМ-97, включающая промывку и рассев сырья на плоском грохоте, сушку в сушильном барабане, измельчение высушенного материала в шаровой мельнице, рассев на фракции, предварительная очистка на барабанном сепараторе со слабым полем, очистку в валковом сепараторе с сильным полем, не обеспечивает получение продукта необходимого качества. С целью получения высококачественного СКМ-97 с содержанием Fe_2O_3 0,6-0,3 % были проведены исследования по изучению обогатимости и доводке чернового концентрата. Методика исследования включала: определение содержания глинистых примесей, определение гранулометрического состава, магнитное фракционирование, определение содержания Fe_2O_3.

Каждый класс крупности характеризуется определенным составом и свойствами, которые преобразуются в процессе переработки. Гранулометрический состав мо-лотого кварцита (черновой концентрат) приведен на рис. 2.

Анализ выделенных классов крупности показал, что содержание Fe_2O_3 в каждом классе крупности различно. Применение дополнительной магнитной сепарации позво-

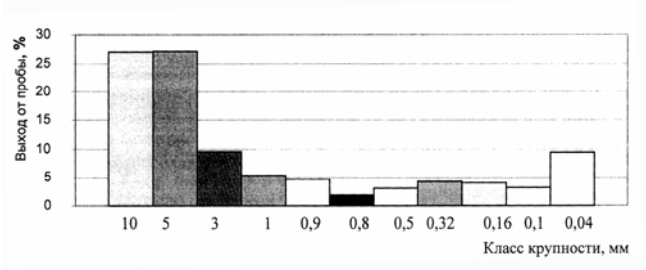


Рис. 1. Гранулометритческий состав фракции - 10 мм кварцита Васильковского месторождения

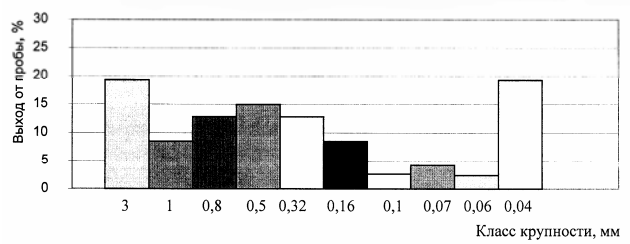


Рис. 2. Гранулометритческий состав измельченного кварцита фракции –10 мм Васильковского месторождения

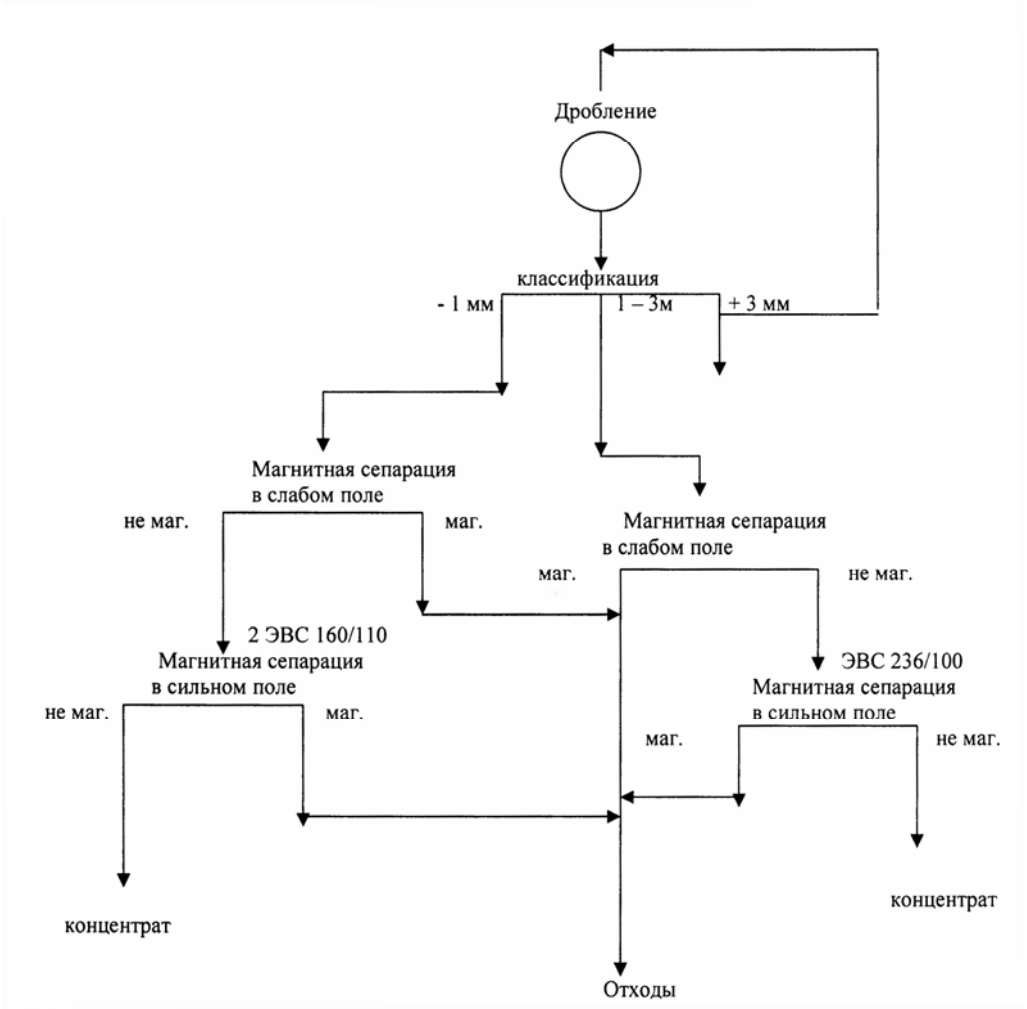


Рис. 3 . Принципиальная технологическая схема доводки СКМ

лит снизить содержание Fe_2O_3 в готовом продукте до 0,3-0,6 %. В табл. 2 приведено распределение Fe_2O_3 по классам крупности.

При введении дополнительной стадии магнитной сепарации массовая доля Fe_2O_3 значительно сократилась и составила: в классе + 0,5 – 0,26 %; в классе -0,315+0,16 – 0,16 %, что позволило получать СКМ-97 с содержанием Fe_2O_3 соответствующем ТУ и ГОСТ - 0,4-0,6 %.

На рис. 3 приведена схема доводки готового продукта до качества соответствующего требованиям ТУ 14-8-92-74.

Выводы

Разработана технология доводки молотых кварцитов с целью получения СКМ-97. Установлено, что причинами неудовлетворительного качества является содержание глины в исходном продукте и недостаточно эффективное удаление железосодержащих минералов. Все зернистые фракции отсева загрязнены глинистыми частицами, прилипшими

Таблица 2

Класс крупности, мм	Массовая доля Fe_2O_3, %
+ 1	0,39
- 1 + 0,8	0,41
- 0,8 + 0,5	0,3
- 0,5 + 0,3,15	0,61
- 0,315 + 0,16	0,94
- 0,16 + 0,1	0,89
- 0,1 + 0,04	0,7
- 0,04	2,57

на поверхности зерен. Глинистые фракции попадая в готовый продукт повышают содержание нежелательных примесей. Исходя из этого рекомендуется введение интенсивной дезинтеграции материала перед отмывкой. В процессе дальнейшей переработки (измельчение в шаровой мельнице, сушка в сушильном барабане) происходит дополнительная оттирка и образование пыли, вновь образовавшуюся пыль рекомендуется удалять с помощью интенсивной аспирации. Введение дополнительной стадии магнитной сепарации позволит получить содержание железа соответствующее ТУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Берзенин Б.З., Воронова С.Г., Новикова В.Л.* О стратиграфии докембрия Приазовского блока Украинского щита // Геол. Журн. – 1991. - № 4. – С. 69-74.

2. *Жуков Г.В., Казаков Л.Р.* Орехово-Павлоградская провинция// Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 29-30.

3. *Киктенко В.Ф.* Геологическое строение и типы железистых кварцитов центральной части Орехово-Павлоградской структурно-фациальной зоны // Геохимия и рудообразование. – 1976. – Вып.5. – С. 40-47.

4. *Некряч А.И.* Комплексное геолого-геофизическое изучение докембрийского складчатого пояса на примере Орехово-Павлоградской зоны Украинского щита// Геологическая съемка сложнодислоцированных комплексов / В. Д. Вознесенский, Н. В. Горлов, А.В. Доливо-Добровольский и др. – Л.: Недра, 1980. – С. 159-168.

5. *Artemenko G. V., Demedyuk V. V., Bartnitski E. N.,* et. al. 3400 Ma – Minimal Age of Tonalites of Vasilkovka Terraine of Orekhov-Pavlograd Zone //Минерал. журн. – 2001.- 23, N 5/6. – P. 25-30.

Коротко об авторах

Чепрасова Е.С., Мостыка Ю.С., Мостыка А.Ю. – Национальный горный университет, Днепропетровск, Украина,

Кукин С.И., Кириллов Е.В., Варченко В.Б. – ООО «Кварцит-ДМ», Днепропетровск, Украина.

© Л.А. Ленев, В.Б. Кусков,

УДК 622.7

Л.А. Ленев, В.Б. Кусков

ОКУСКОВАНИЕ ПЫЛЕЙ СОДЕРЖАЩИХ ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Семинар № 19

Переработка полезных ископаемых приводит к образованию и скоплению значительного количества дисперсных отходов, которые содержат ценные компоненты. Примером подобного техногенного сырья являются разнообразные пыли и шламы, содержащие металлы - золото, серебро, медь, цинк, хром; углеродистые компоненты и др. Применение шламов и пылей затруднено, так как они относятся к дисперсным относительно легко деформируемым, несвязным пористым телам типа паст или порошков, где дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсной средой - жидкость или газ.

Для более эффективного использования тонкодисперсного сырья в металлургическом переделе, они должны быть доведены до необходимой влажности и окускованы, так как подача шлакообразующих смесей в дисперсном виде сопряжена с большими потерями, пылеобразованием и увеличением времени шлакообразования. Наиболее доступным, изученным и технически подготовленным методом утилизации является метод окускования способом брикетирования. Технология брикетирования позволяет окусковывать как отдельные материалы, так и их смеси, в том числе с ценными для металлургического сырья добавками. Простота и мобильность процесса, возможность создания малотоннажных производств и сравнительно небольшая энергоемкость выгодно отличают брикетирование от агломерации и окомкования. Так же известно, что в сфере потребления брикеты дают дополнительный эффект, обусловленный повышением производительности металлургических печей, особенно по сравнению с насыпной шихтой, экономией электроэнергии, тепла и др. В работе рассмотрен способ брикетирования пылей медеплавильного производства.

1. Исследование влияния массовой доли связующего на прочность брикетов

Эксперимент проводился с известью – пушонкой. Навеску медьсодержащих пылей влажностью 2 % перемешивали со связующим, влажностью 50 %, в течение 5 мин. Полученную смесь подвергали брикетированию при давление прессования 70 МПа. Масса навески для изготовления брикетов равна 11 грамм. Массовая доля извести составила 5 %, 10 % и 15 %. Влияние массовой доли извести приведена на рис. 1. На рис. 2 представлена кинетика упрочнения, при естественной сушке, медьсодержащих брикетов с известью.

Анализ результатов исследований показал, что брикеты с необходимой прочностью (более 3 МПа) получаются при изготовлении. При увеличении времени сушки брикетов прочность их увеличивается, так при массовой доле 5 % извести в шихте прочность увеличивается с 4,9 МПа до 7,7 МПа, а при 15 % содержании с 5,55 МПа до 13,45 МПа.

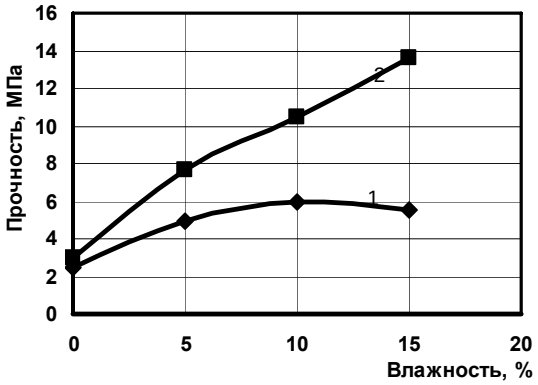


Рис. 1. Влияние массовой доли извести на прочность медьсодержащих брикетов: 1 – после изготовления; 2 – на седьмые сутки

Рис. 2. Кинетика упрочнения медьсодержащих брикетов при давлении прессования 70 МПа с массовой долей извести 0 % (1); 5 % (2); 10 % (3); 15 % (4)

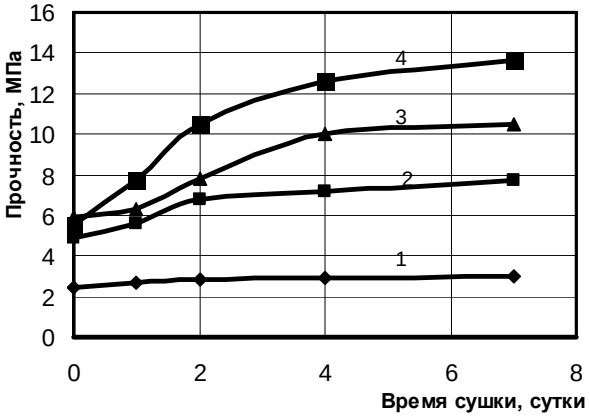
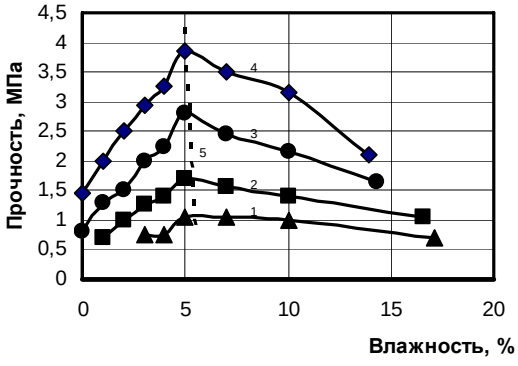


Рис. 3. Влияние начальной влажности медьсодержащего промпродукта на прочность брикетов после изготовления при разных прессующих давлениях 20 МПа (1); 30 МПа (2); 50 МПа (3); 70 МПа (4); 5 – линия критических значений влажности при которых брикеты образуются с максимальной прочностью



2. Исследование влияния влажности и давления прессования на прочность брикетов без связующего

Проведены испытания начальной влажности пылей при различных прессующих давлениях $P_{пресс}$. Влажность шихты с учетом химически связанной воды изменяли от 0,3 до 20, 5 %. Давление прессования варьировали от 20 МПа до 70 МПа. Масса навески для изготовления брикетов составила 11 грамм. Брикетирование осуществляли по стандартной методике. Прочность контролировали непосредственно после изготовления. Результаты исследований приведены на рис. 3 в виде зависимостей прочности брикета после изготовления от исходной влажности промпродукта.

Максимальная влажность брикетов, когда начинает выделяться влага, при разных

прессующих давлениях была определена и составила:

при давлении прессования 20 МПа – 17,10 %; 30 МПа – 16,55 %; 50 МПа – 14,33 %; 70 МПа – 13,33 %.

Зависимость прочности от влажности имеет экстремальный характер.

Максимальное значение прочности брикета с увеличением давления прессования сдвигается в сторону меньших значений влажности. Анализ исследований показал, что при увеличении влажности шихты до 5 % начальная прочность брикетов возрастает и составляет 4 МПа (при давлении прессования 70 МПа). Дальнейшее увеличение влажности шихты приводит к снижению прочности. Так при влажности 15 % прочность брикета составила 2,1 МПа. Установлено, что получение медьсодержащих брикетов максимальной прочности возможно при давлении прессования 70 МПа и влажности 5,5 %.

Выводы

При брикетировании пылей с известью прочность брикетов возрастает. Увеличение времени сушки, так же способствует увеличению прочности. Брикеты с максимальной прочностью получались при 15 % содержании извести в шихте. Их прочность на седьмые сутки естественной сушки повышается с 5,55 МПа до 13,6 МПа, что соответствует требованиям по качеству.

При брикетировании материала без связующего при варьировании влажности шихты от 0 % до 15 % и давлении прессования от 20 до 70 МПа наиболее прочными получились брикеты при влажности 5 %. Их прочность на седьмые сутки естественной сушки увеличивается с 3,85 МПа до 6,3 МПа.

При исследовании влажности шихты на прочность изготавливаемых брикетов при разных прессующих давлениях было установлено, что наиболее прочные брикеты образуются при влажности 5,5 % и давлении прессования 70 МПа. При данных условиях прочность изготавливаемых брикетов составила 4 МПа.

По данным исследованиям была составлена технологическая схема брикетирования которая включает операции сушки пылей до влажности 1,5 %, измельчение извести до 50 % класса минус 0,074 мм влажностью 1,5 %, операцию сухого смешивания (95 % пыли и 5 % извести), операцию смешивания с добавлением воды (доведение шихты до влажности 5,5 %), брикетирование в вальцовом прессе при давлении прессования 70 МПа, операцию складирования в штабель и естественной сушки в течении двух суток, грохочение брикетов с возвратом боя брикетов (класса - 5 + 0 мм) в операцию сухого смешивания, отгрузку брикетов.

Коротко об авторах

Ленев Л.А., Кусков В.Б. – Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) им. Плеханова.