

УДК 622.7

В.В. Кармазин, В.А. Козлов

**ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНОГО СПОСОБА
ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ
НЕРЮНГРИНСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

В последнее время в углеобогащении наблюдается тенденция к изменению технологических схем переработки угольных шламов, связанного с отказом от их флотационного обогащения, как ресурсоемкого процесса. Поэтому возрастает интерес к поиску альтернативных способов переработки угольных шламов, которые более экономичны по сравнению с флотацией.

При обогащении коксующихся углей, как правило, получают два товарных продукта: коксовый концентрат, используемый для производства кокса в металлургической промышленности, и промпродукт, используемый в энергетических целях. Требования к качественным показателям коксового концентрата очень жесткие, но и цена его значительно выше энергетических продуктов. Принятие нерациональной технологии обогащения углей, отклонение от оптимальных технологических режимов приводит к ухудшению качественных показателей концентрата или потерям его выхода, и, как следствие, снижает экономические показатели работы обогащательной фабрики.

В схемах углеобогащательных фабрик в качестве основных процессов обогащения угольных шламов, основанных на различии физических и физико-химических свойств угольных и породных частиц, применяются флотация,

электрическая и магнитная сепарация и другие специальные методы обогащения.

В некоторых случаях, основываясь на распределении зольности по классам крупности, полученной при ситовом анализе угольных шламов, вспомогательным процессом обогащения – классификацией, замещают основной процесс их обогащения – флотацию.

Так, например, в статье [1] рассматривается переработка угольных шламов с получением энергетического концентрата и приведена схема реконструкции водно-шламовой схемы ООО «Касьяновская ОФ».

Технологическая схема шламового комплекса предназначена для сгущения и обогащения шлама из шламовых вод обогатительной фабрики, сбрасываемых в шламовый отстойник.

В соответствии с данными о зольности отдельных классов по данным ситового анализа шлама производится реконструкция технологической схемы шламового комплекса по следующей схеме:

- все шламы, выделяемые в процессах мокрой классификации, перед и после отсадки и пр., поступают в накопительную емкость;

- шламы из емкости шламовых вод насосом подаются в батарею гидроклонов;

- слив гидроциклонов (кл. – 0,15 мм) поступает в зумпф гидротранспорта породы;

- сгущенный продукт гидроциклонов подается в шламовый крутонаклонный сепаратор;

- концентрат сепаратора обезвоживается на дуговом сите и центрифуге ФГШ-1000 и присаживается к концентрату отсадки.

Таким образом, учитывая, что требования к качеству энергетического концентрата допускают отклонение его зольности $\pm 2\%$ без предъявления существенных санкций со стороны потребителя, рассмотренная схема переработки угольного шлама, основанная на процессе его классификации по классам крупности с получением энергетического концентрата, в данном случае выглядит экономически целесообразной для ее применения.

На обогатительной фабрике «Нерюнгринская» ОАО ХК «Якутуголь», обогащающей коксующиеся угли, следуя общей тенденции, в 2005 году провели реконструкцию флотационного отделения, исключив из схемы фабрики процесс флотации угольных шламов, заменив его классификацией в батареях гидроциклонов и центрифугах.

Как показала практика работы фабрики, применение классификации угольных шламов коксующихся углей вместо основных процессов его обогащения, основанных на различии физико-химических свойств угольного вещества и породы, приводит к уменьшению выхода концентрата при том же плановом показателе зольности или ухудшению его качества, что обусловлено вариацией прочностных свойств, поступающего на обогащение рядового угля, которые определяют выход шламов в подготовительном процессе дробления угля. Зольность отдельных узких классов угольно-

го шлама может непредсказуемо изменяться в зависимости от многих факторов, связанных как с характеристиками поступающего на обогатительную фабрику угля, так и зависящих от условий его подготовки к обогащению.

Отклонение зольности товарного концентрата в сторону увеличения, по сравнению к плановому значению, предполагает поступление рекламаций на качество со стороны потребителей. Работа фабрики с заниженной зольностью концентрата с целью не превышения плановой зольности, заведомо приведет к снижению его выхода и экономическим потерям для трудового коллектива.

Выдержать оптимальный режим поддержания плановой зольности концентрата с обеспечением его максимально возможного выхода в схемах классификации угольных шламов фактически невозможно. Использование такого резерва корректировки зольности объединенного концентрата (основного процесса обогащения крупных классов угля и обогащения шламов) сглаживанием колебаний зольности концентрата угольных шламов изменением зольности концентрата, получаемого в основном процессе обогащения крупных классов, приведет к потерям выхода концентрата.

Направление концентрата угольных шламов, в случае непредсказуемого увеличения его зольности выше плановой, в промпродукт, заведомо приведет к потере выхода концентрата.

Все описанные сложности регулировки качества концентрата, присущи схемам классификации угольных шламов, так как связь такого качественного показателя, как зольность, с классами крупности угля слабо коррелирована, а засорение продуктов посторонними фракциями, получаемых в классифика-

Таблица 1
Результаты магнитного обогащения продуктов флотации

№ опыта	Наименование флотопродукта	Зольность магнитной фракции A ^d , %	Выход магнитной фракции, %	Зольность немагнитной фракции A ^d , %	Выход немагнитной фракции, %
1	Промпродукт	36,1	28	17,5	70
2	Промпродукт	26,4	44	19,8	54
3	Промпродукт	27,8	34	19,6	64
4	Промпродукт	28,2	33	19,9	65
5	Промпродукт	31,0	29	19,6	69
6	Концентрат	12,5	3	8,6	92
7	Концентрат	12,7	6	8,0	90
8	Концентрат	12,0	9	8,0	89

ционных аппаратах, будет значительным.

Процессы обогащения основаны на корреляции между качественным показателем угля – зольностью и физико-химическими свойствами угля. Применяя силовое воздействие на физико-химические свойства частиц угля и породы, появляется возможность управлять их разделением в обогатительном аппарате и регулировать качественные показатели продуктов обогащения, что фактически невозможно в классификационных аппаратах.

Таким образом, проведя в каждом конкретном случае, необходимые исследования вещественного состава и свойств угля, как объекта обогащения, по методикам, приведенным в работе [2], можно подобрать наиболее рациональные способы его обогащения, альтернативные флотации, учитывающие современные достижения науки и техники. Так, по нашему мнению, в некоторых случаях экономически рационально применение магнитного способа обогащения угольных шламов или магнитной перемешки продуктов его обогащения.

Нами была принята идея применения магнитного способа для обогащения угольных шламов с использованием высокоградиентной магнитной сепарации, теория которой подробно изложена в работе [3].

Обычно магнитные способы применяются для обессеривания угольных пиритсодержащих шламов. Авторами настоящей статьи исследуется возможность магнитного обогащения углей, в которых содержание серы менее 0,03 %, т. е. которые не содержат пиритную серу.

В первом квартале 2005 года на ОФ «Нерюнгринская» были отобраны пробы флотоконцентрата средней зольностью 8,4 % и флотопромпродукта зольностью 22,7 %, которые подверглись магнитной перемешке на высокоградиентном сепараторе, разработанном в НТЦ «Горнообогатительные модульные установки» (МГГУ). Принцип работы магнитного высокоградиентного сепаратора описан в работе [3]. Целью эксперимента являлось извлечение магнитной фракции из продуктов флотообогащения угольных шламов и определение зольности магнитной и немагнитной фракций. Индукция магнитного поля в рабочей камере

Таблица 2

Состав золы углей Нерюнгринского месторождения

Химические соединения	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₇	MnO
Диапазон изменения, %	43,0–61,7	15,2–32,3	1,05–18,1	2,0–10,4	1,13–4,0	---	0,61–3,58	0,05–1,79	0,4–1,3	---	---
Среднее значение, %	52,2	26,8	7,7	4,8	2,3	2,61	1,2	0,7	0,7	0,8	0,2

сепаратора составляла 0,65 Тл. Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Погрешность определения зольности флотоконцентрата составила 0,4 % абс., а флотопродукта – 0,8 % абс.

По данным табл. 1 можно сделать вывод, что даже предварительно выбранные параметры магнитного способа перемешивания флотопродуктов позволяют выделить из них магнитную фракцию значительно большей зольности, чем принята при расчете с потребителями, и тем самым повысить качество конечных продуктов обогащения коксующихся углей.

В табл. 2 приведены данные, характеризующие диапазон изменения и средние значения содержаний золообразующих соединений углей Нерюнгринского месторождения, из которых видно, что основная доля золы (~ 80 %) приходится на алюмосиликаты, 12 % золы - на окислы железа и кальция, 8 % - на все остальные соединения.

Наличие магнитной фракции в угольных шламах обусловлено присутствием в их золе соединений железа, так как магнитная восприимчивость соединений железа как минимум на порядок превосходит магнитные восприимчивости всех других составляющих золы угля. Высокое содержание железа в золе предполагает наличие двухвалентного железа, что открывает перспективу применения магнитных методов в технологии обогащения углей Нерюнгринского месторождения.

Полученные результаты подтверждают возможность применения магнитного способа для обогащения угольных шламов на ОФ «Нерюнгринская», и позволяют поставить задачи дальнейших исследований по разработке высокоградиентных магнитных сепараторов для более экономичного и эффективного обогащения угольных шламов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов А.П., Данилов И.А., Смагин В.П. Реконструкция водно-шламовой схемы Касьяновской обогатительной фабрики. Уголь, № 3, 2005. – С. 46-47.
2. Митрофанов С.И., Барский Л.А., Самыгин В.Д. Исследование полезных иско-

паемых на обогатимость. – М.: Недра, 1974.

3. Кармазин В.В., Кармазин В.И. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых: Учебник для вузов. Т.1 – М.: Издательство МГУ, 2005.

Коротко об авторах

Кармазин Виктор Витальевич – академик МИА и РАЕН, профессор, доктор технических наук,
Козлов В.А. – кандидат технических наук, доцент,
Московский государственный горный университет.

