

размер щели должен быть не более 1-1,5 мм;

– создание достаточного фронта регенерации, систематический контроль потерь магнетита с отходами регенерации;

– на выпрямительных станциях электромагнитных сепараторов постоянно поддерживать параметры тока;

– на воронках кондиционной и некондиционной суспензии очищать от шлама и угля предохранительные решетки;

– установить датчики уровней в сборниках суспензии и обеспечить их постоянную эксплуатацию, чтобы исключить переливы суспензии из сборников при условии баланса расхода хвостов регенерации, отводящих в водно-шламовую схему и расхода чистой воды на ополаскивание концентрата;

– для устранения нетехнологических потерь магнетита необходимо предусматривать систему сбора и возврата на регенерацию всех случайных сбросов, переливов, выпусков из стояков и течей через сальниковые уплотнения суспензионных насосов, трубопроводов и запорной арматуры.

Список литературы

1. Рекомендации по технологическим схемам и параметрам обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовых суспензиях основные параметры. – М., 1988. – 48 с.

2. Инструкция по нормированию расхода магнетита для обогатительных фабрик. – М., 1983. – 32 с.

© Абакумов Н.И., Корнеева В.Н., 2010

Надійшла до редколегії 21.01.2010 р.

Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом

УДК 622.74

А.Д. ПОЛУЛЯХ, д-р техн. наук
(Украина, Днепропетровск, ГП "Укрниуглеобогащение")

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И РАСХОД МАГНЕТИТА НА УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ УКРАИНЫ

Мировой промышленный опыт тяжелосреднего обогащения углей показал, что наиболее эффективным утяжелителем, вытеснившим все другие, является магнетит [1].

Высокая плотность (порядка 4900-5200 кг/м³), достаточная твердость (5,5-6,5 единиц по шкале Мооса), стабильные магнитные свойства позволяют получить требуемый гранулометрический состав, обеспечивающий хорошую регенерацию. В чистом магнетите (FeO·F₂O₃) содержится 72,4% железа.

Однако за последнее время качество магнетитовых концентратов, поставляемые угольной промышленности, значительно изменилось из-за усовершен-

Гравітаційна сепарація

ствования технологических схем измельчения и обогащения руды на ГОКах. Существенно возросло в магнетитовом концентрате содержание тонких классов и соответственно уменьшился средний размер зерна. В связи с этим увеличились потери магнетита при магнитной регенерации суспензий и с продуктами обогащения. Особенно это сказывается при обогащении углей с легкоразмокаемой породой.

К физико-механическим свойствам магнетитовых утяжелителей предъявляются следующие требования: гранулометрический состав суспензии должен отвечать требованиям технологии обогащения крупного угля в сепараторах, а мелкого – в двух- и трехпродуктовых гидроциклонах; магнитные свойства должны обеспечивать высокую эффективность регенерации в магнитных сепараторах; плотность должна быть достаточной для создания водных суспензий с необходимыми параметрами и иметь предельную механическую прочность.

Важную роль играет также стабильность физико-механических свойств утяжелителей, особенно гранулометрического состава и магнитных характеристик. Утяжелитель должен легко отмываться от продуктов обогащения, отделяться от тонкого углистого шлама и извлекаться из промывочных вод.

Существенное требование к утяжелителю – его дешевизна, недефицитность, нерастворимость в воде, химическая инертность к компонентам обогащаемого угля и материалу, из которого изготовлено оборудование.

Этим всем требованиям отвечают магнетитовые концентраты ЮГОКа и ЦГОКа. Показатели качества продукции этих комбинатов в соответствии с техническими условиями приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Показатели качества продукции ЮГОКА в соответствии с
ТУ У 13.1-00191000-001.2009

Наименование показателя качества	Норма для марки	
	КЗ	КЗ13
1. Массовая доля общего железа, %	64,5	67,5
2.*Отклонение от базового значения массовой доли общего железа, %	от -1,5 до +2,6	-0,3
3. Массовая доля влаги, %	10,5	11,0
4. **Отклонение от базового значения массовой доли влаги, %	+0,5	+0,5
5. ***Массовая доля диоксида кремния, %, не более	11,0	6,5
6. *** Массовая доля фосфора, %, не более	0,06	0,06
7. *** Массовая доля серы, %, не более	0,06	0,06

* – верхняя граница массовой доли железа марки КЗВ не устанавливается.

** – нижняя граница массовой доли влаги не устанавливается.

*** – не является браковочным показателем.

Из данных табл. 1 и 2 следует, что в ТУ нет показателя, характеризующего гранулометрический состав магнетитового концентрата и содержания магнитных фракций, столь важных при использовании продукции для обогащения угля. С точки зрения металлургии, чем тоньше измельчение магнетитовой руды, тем большее содержание железа можно достичь в магнетитовом концентрате. К

Гравітаційна сепарація

сожалению, специально для угольной промышленности магнетитовый концентрат не выпускается и поэтому, исходя из принятой в СССР классификации (сортам) утяжелителей, практически весь выпускаемый магнетитовый концентрат относится к утяжелителям сорта Т.

Таблиця 2

Показатели качества продукции ЦГОКа в соответствии с
ТУ У 13.1-00190977-003:2007

Наименование показателя качества	Норма для марки						
	А-1	А-2	А-3	А-4	А-5	А-6	А-7
1. Массовая доля общего железа, %	64,5	65,5	66,0	66,5	67,5	68,0	68,5
2. *Отклонение от базового значения массовой доли общего железа, %	-0,9	-0,9	-0,4	-0,4	-0,9	-0,4	-0,4
3. Массовая доля влаги, %	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
4. **Отклонение от массовой доли влаги, %	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7
5. *** Массовая доля диоксида кремния, %, не более	12,0	12,0	11,5	11,0	10,5	6,5	6,0
6. *** Массовая доля фосфора, %, не более	0,002	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
7. *** Массовая доля серы, %, не более	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

* – верхняя граница массовой доли общего железа не устанавливается.

** – нижняя граница массовой доли влаги не устанавливается.

*** – не является браковочным показателем.

Например, если в 1983 г. в магнетите ЮГОКа было содержание класса менее 0,074 мм 88,9%, то в 2009 г. – 100%. В настоящее время магнетит ЦГОКа содержит 96...98% класса менее 0,074 мм. Применение магнетита сорта Т вместо сортов К и М для обогащения соответственно крупного и мелкого машинных классов угля и привело к росту потерь магнетита на углеобогажительных фабриках.

В табл. 3 приведены потери магнетита на углеобогажительных фабриках Украины (данные взяты из технологических регламентов этих фабрик). Из табл. 3 следует, что нормы потерь магнетита составляют от 1,2 до 4,9 кг/т, перерабатываемого угля, что в 1,3-4,3 раза больше, чем предусмотрено [2] для обогащения крупного машинного класса в колесных сепараторах.

Эти данные подтверждают вывод о том, что с точки зрения обогащения угля качество магнетита по гранулометрическому составу ухудшилось.

В 2008 г. в соответствии с просьбой ЦОФ "Октябрьская" были выполнены анализы магнетита ЮГОКА и СевГОКа, представленного фабрикой. Результаты этого анализа приведены в табл. 4, из которой следует, что сорт магнетитовых

Гравітаційна сепарація

концентратов тонкий, а остальные показатели соответствуют данным ГОКов.

В связи с тем, что поставкой магнетита занимаются помимо ГОКов различные коммерческие фирмы необходимо осуществлять контроль физико-механических, химических и магнитных свойств.

Таблица 3

Потери магнетита при обогащении крупного машинного класса на углеобогатительных фабриках Украины

ЦОФ	Год	Потери магнетита, кг/т, с:					Итого
		концентратом	промпродуктом	породой	хвостами регенерации	прочие	
"Чумаковская"	2000	0,2	-	0,4	0,6	-	1,2
"Селидовская"	2004	0,3	-	0,7	0,4	0,3	1,7
"Узловская"	1996	0,2	0,3	0,7	0,3	0,2	1,7
Октябрьская, угли шахт ГП:							
"Добропольеуголь"	2004	0,2	0,3	0,7	0,5	0,2	1,9
"Красноармейск-уголь"		0,2	0,3	0,8	0,5	0,2	2,0
"Селидовуголь"		0,2	0,3	0,9	0,6	0,2	2,2
"Павлоградуголь"		0,9	0,3	1,7	0,8	0,2	3,9
"Краснолиманская"	2006	0,6	-	0,18	0,6	0,2	2,2
"Комсомольская"	1997	0,4	-	0,2	0,3	0,1	1,0
"Червоноградская"	1995	0,3	-	0,2	0,6	-	1,1
	2007	0,3	-	0,4	0,6	-	1,5
"Павлоградская"	1996	0,9	-	1,7	0,9	0,3	3,8
	2005	0,9	-	1,7	2,0	0,3	4,9
ОФ ш. "Комсомолец Донбасса"	2007	0,3	-	0,5	0,5	0,2	1,5
"Нагольчанская"	2007	0,4	-	0,6	1,0	-	2,0
"Свердловская"	2007	0,8	-	0,6	0,2	-	1,6
"Комендантская"	2002	0,3	-	1,0	0,4	0,2	1,9
"Центросоюз"	2008	1,0	-	1,4	0,2	0,4	3,0
"Вахрушевская"	2006	1,0	-	1,5	0,2	0,3	3,0
"Краснопартизанская"	2008	0,6	-	1,0	0,2	0,2	2,0
"Луганская"	2005	0,3	-	0,4	0,3	0,2	1,2

Таблица 4

Результаты анализа магнетита

№ п/п	Наименование параметров	По данным ГОКа	По данным анализа	Вывод
1	2	3	4	5
		Магнетит ЮГОКа		
1	Плотность, кг/м ³	4300-4600	4400	соответствует
2	Крупность (сорт)	К, М, Т	Т	соответствует
3	Содержание магнитных фракций, %	90	97,8	соответствует
4	Относительная магнитная	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-5}$	соответствует

Гравітаційна сепарація

Продолжение табл. 4				
1	2	3	4	5
	восприимчивость			
		Магнетит СевГОКа		
1	Плотность, кг/м ³	4300-4550	4300	соответствует
2	Крупность (сорт)	К, М, Т	Т	соответствует
3	Содержание магнитных фракций, %	90	95,4	соответствует
4	Относительная магнитная восприимчивость	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$5,8 \cdot 10^{-5}$	соответствует

Отбор и приготовление проб магнетита для проведения анализов необходимо производить в соответствии с ДСТУ 3195-95 и ДСТУ 3196-95. При возникновении спорных вопросов по поводу отбора и приготовления проб применяют арбитражные методы в соответствии с ДСТУ 4574÷2006.

Показатели качества определяются:

- массовая доля общего железа по ДСТУ 4572-1÷2006 или ГОСТ 23581.18-81;
- массовая доля диоксида кремния по ДСТУ 4578-1÷2006 или ГОСТ 23581.15-81;
- массовая доля влаги по ДСТУ 4575:2006;
- массовая доля серы по ДСТУ 4576-2:2006 или ГОСТ 23581.20-81;
- истинная, объемная, насыпная плотности и пористость по ДСТУ 3207:1995 или ГОСТ 25732-88;
- содержание магнитных фракций, гранулометрический состав по ДСТУ ISO 8833:2003.

Наиболее часто для характеристики магнитных свойств магнетитовых утяжелителей пользуются величиной магнитной проницаемости. Абсолютная магнитная проницаемость μ – физическая величина, характеризующую магнитную индукцию, т.е. результирующее магнитное поле при воздействии внешнего магнитного поля. Магнитная проницаемость связана с магнитной восприимчивостью χ , т.е. способностью вещества менять магнитный момент под действием магнитного поля $\mu = 1 + \pi\chi$.

Предложено магнитные свойства магнетитовых утяжелителей характеризовать величиной условной магнитной проницаемости $\mu_{\text{он}}$, изменяемой в долях единицы от значения магнитной проницаемости эталонной пробы чистого магнетита, для которого $\mu_{\text{он}} = 1$.

Магнетитовый концентрат считается пригодным к использованию в качестве утяжелителя, если, для него $\mu_{\text{он}} > 0,7$. Отечественные магнетитовые концентраты обладают высоким содержанием магнитных фракций (как правило, выше 94%), однако в числе требований к магнетитовому утяжелителю указывается также и нижний предел содержания магнитных фракций – 90%. Содержание магнитных фракций в утяжелителе определяется с помощью магнитного анализатора. При измерении условной магнитной проницаемости берется маг-

Гравітаційна сепарація

нитная фракция утяжелителя, выделенная с помощью магнитного анализатора. Например, для магнетита ЮГОКа, при содержании магнитной фракции 94,8% условная магнитная проницаемость равна 0,85.

Следует также отметить влияние гранулометрического состава утяжелителя на вязкость и устойчивость магнетитовой суспензии. Суспензия из крупнозернистого магнетита имеет меньшую вязкость, чем суспензия из мелкозернистого утяжелителя. Эта разница сравнительно невелика при низкой, но становится существенной при высокой плотности суспензии. Практически во всем промышленном диапазоне плотности и при значительном засорении угольным шламом вязкость суспензии из крупнозернистого утяжелителя не превышает нижней границы нормативного предела – 7 сП. Для суспензии из мелкозернистого утяжелителя при плотности 1900 кг/м³ уже при наименьшем засорении шлама (100 г/л) вязкость суспензии находится на верхней границе нормативного предела – 10 сП. Значение вязкости суспензии 7-10 сП, как показали многочисленные исследователи, являются предельными для нормального разделения угля.

Если при обогащении в сепараторе можно использовать все сорта утяжелителя, подбирая для них соответствующую скорость восходящего потока, то для двухпродуктового гидроциклона необходим только утяжелитель сортов М и Т, но не К, так как в центробежном поле последний интенсивно сгущается и не позволяет создать необходимое для разделения мелкого угля распределение плотностей в объеме аппарата.

Иные требования предъявляются к магнетиту, используемому для тяжело-среднего обогащения в трехпродуктовых гидроциклонах, где происходит последовательное сгущение суспензии в каждой из двух секций аппарата.

Тонкие утяжелители в гидроциклонах большого диаметра (например, 710 мм) не позволяют получить достаточной разницы в плотностях разделения (порядка 450-600 кг/м³) в первой и второй секциях аппарата из-за недостаточной интенсивности их сгущения, поэтому для трехпродуктовых гидроциклонов необходимы крупнозернистые утяжелители.

Выводы

1. Уменьшение крупности утяжелителей привело к увеличению потерь магнетита с продуктами обогащения и с хвостами регенерации, в связи с этим необходимо пересмотреть действующие нормы расхода магнетита в сторону увеличения.

2. Наличие размокаемых пород способствует снижению эффективности отмывки магнетита от продуктов обогащения.

3. Наличие илов в некондиционной суспензии снижает эффективность извлечения магнетита на электромагнитных сепараторах, что предопределяет необходимость второй стадии регенерации.

4. Для эффективного тяжело-среднего обогащения угля к каждому аппарату должен быть подобран утяжелитель определенного гранулометрического состава.

Список литературы

1. Зарубин Л.С., Софа М.Б., Чернов В.И. Магнитные утяжелители для тяжелосреднего обогащения углей. – М: ЦНИЭИуголь, 1983. – 41 с.
2. Справочник по обогащению углей /Под ред. И.С. Благова, А.М. Коткина, Л.С. Зарубина. – М.: Недра, 1984. – 614 с.

© Полулях А.Д., 2010

*Надійшла до редколегії 20.02.2010 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*

УДК 622.74

А. Д. ПОЛУЛЯХ, д-р техн. наук, **О.А. ЗОЗУЛЯ**

(Украина, Луганск, ГП "Укрнииуголеобогащение"),

Д.А. ПОЛУЛЯХ

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет),

А. Ю. ПЕРЕРВА

(Украина, Червоноград, ООО "Львовская угольная компания")

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОКРОЙ ВИНТОВОЙ СЕПАРАЦИИ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ПЕРВИЧНОГО УГОЛЬНОГО ШЛАМА НА ЦОФ "ЧЕРВОНОГРАДСКАЯ"

Одним из требований повышения конкурентоспособности товарной угольной продукции является улучшение ее качественных показателей и, в первую очередь, зольности [1, 2].

В связи с увеличением мелочи в рядовом угле, отгружаемом ГП "Львовуголь" на ЦОФ "Червоноградская", ликвидации сухого отсева и с учетом шламообразования машинных классов в технологической схеме фабрики, количество первичного шлама в схеме увеличилось, а его зольность возросла. Присадка уловленного шлама к концентрату гравитации в полном объеме приводит к превышению предельных норм зольности отгружаемой продукции. Вышеизложенное предопределяет необходимость введения на фабрике операции обогащения первичного шлама.

Первичный шлам ЦОФ "Червоноградская" представляет собой подситный продукт неподвижных шпальтовых сит и конусных грохотов ГК-1,5, сгущенный в гидроклассификаторе. Содержание твердого в сгущенном продукте классификатора составляет 200-250 г/л.

Гранулометрический состав первичного шлама приведен в табл. 1, из данных которой следует, что зольность классов крупности находится на уровне 42,5% и более. Это обстоятельство говорит о невозможности ситовой или гидравлической обработки первичного шлама.