

УДК 504.064.4 : 622.7

М.С. Клейн, Т.Е. Вахонина

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ШЛАМОВЫХ ВОД УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ

В регионах с повышенной концентрацией угольной промышленности высокий уровень техногенных воздействий на окружающую среду обуславливает необходимость решения проблемы ресурсо- и природосбережения. Особая роль при ее решении принадлежит углеперерабатывающим предприятиям, которые, управляя качеством продуктов переработки, создают условия для повышения экологической безопасности всей природно-технической системы по добыче, переработке и использованию угля. Вместе с тем, углеобогатительные фабрики (УОФ) сами создают повышенное техногенное воздействие.

При решении общих технологических и экологических проблем угольной промышленности задачами экологического совершенствования углеобогащения являются:

- защита окружающей среды от техногенных воздействий при работе УОФ и при использовании обогащенной угольной продукции;
- ресурсосбережение и рациональное природопользование, которое достигается путем сокращения потерь угля, утилизации отходов и увеличения выхода и ценности угольных концентратов.

Анализ работы углеперерабатывающих предприятий указывает на особую значимость экологического совершенствования процессов очистки шламовых вод, так как при обратном водоснабжении УОФ тонкодисперсные угольные фракции накапливаются в технологической воде, ухудшая показатели обогащения крупного угля, являются источниками невосполнимых потерь горючей массы, загрязняют окружающую среду. Из-за высокой сложности разделения угольно-глинистых дисперсий и отделения их от воды, применяемые на фабриках технологии очистки шламовых вод часто оказываются малоэффективными, что приводит к усилению негативных техногенных воздействий. Шламовые отходы сбрасываются в сухие и гидроотвалы, загрязняющие земельные угодья и природные водные источники, а термическая сушка шламовых товарных продуктов приводит к дополнительным потерям угля и загрязнению воздушной среды выбросами угольной пыли и вредных веществ.

При обратном водоснабжении технологических процессов водно-шламовые схемы УОФ должны обеспечивать очистку шламовой воды от твердых частиц перед повторным использованием воды и получение из выделенных шламов кондиционного товарного продукта. От эффективности процессов очистки шламовой воды зависят технологическая эффективность и экологическая безопасность производства.

При выборе схем очистки шламовой воды важным является вопрос о целесообразности использования и способе разделения угольных и породных шламовых частиц на концентрат и отходы либо путем классификации их по крупности либо селективной сепарацией шламов. Сравнение типовых характеристик двух способов разделения показывает, что после селективного разделения шламов выход низкозольного шламового концентрата значительно выше, а ущерб от потерь угля во много раз меньше, чем после классификации их по крупности. При этом необходимо иметь ввиду, что затраты производства при селективной сепарации шламов заметно больше, чем при классификации их по крупности [1].

Поэтому при обогащении энергетических углей, где к качеству товарного продукта обычно не предъявляют высокие требования, наблюдается тенденция к снижению глубины обогащения угля гравитационными методами до минимальной крупности порядка 100-200 мкм, ниже которой сепарация частиц неэффективна. В этом случае необогащенный тонкий шлам зольностью более 25% после обезвоживания на фильтр-прессах сбрасывается в отвал, существенно увеличивая потери угля с отходами и загрязняя окружающую среду. Для решения указанной экологической проблемы можно использовать следующие технологические приемы:

- введение дополнительных стадий классификации шламов в гидроцилонах и сгустителях с целью уменьшения количества шламовых отходов и повышения их зольности. Однако при этом шламы промежуточной крупности 50-200 мкм и зольностью 15-20% после обезвоживания присаживаются в концентрат, увеличивая его зольность и влажность, и тем самым снижая его потребительскую ценность, особенно при экспорте продукции. Поэтому данный путь – частичное решение проблемы;

- использование флотации шламов энергетических углей решает проблему получения из них качественного товарного продукта и сокращения потерь с отходами. Но в этом случае повышается себестоимость обогащения угля. Необходимость и экономическая целесообразность обогащения шламов энергетических углей возникает в том случае, если при этом происходит изменение потребительских свойств продукта. Например, при высоких требованиях к качеству концентрата, направляемого на экспорт. Поэтому в настоящее время на многих фабриках флотируют шламы энергетических углей марок «Т», «СС» и др;

- применение процесса масляной агломерации

угля, который заключается в интенсивном перемешивании угольной пульпы с масляными связующими, образовании крупных углемасляных агрегатов и разделении продуктов агломерации по крупности на сите. К преимуществам этого метода можно отнести высокую селективность образования агрегатов из тонкодисперсных угольных частиц, возможность эффективно их обезвоживать на грохотах и в центрифугах с получением из шламов высококалорийного продукта кондиционной влажности без термической сушки, что особенно важно при переработке угольных шламов с повышенным выходом летучих веществ.

Основной недостаток метода – высокий расход масла (100–200 кг/т) ограничивает его применение в практике угляобогащения. Повышенный расход масляного связующего вызван необходимостью образования крупных углемасляных гранул, чтобы при разделении на сите не происходило засорение подрешетного продукта мелкими угольными агрегатами и увеличение потерь угля с отходами. Известен ряд вариантов технологических решений, позволяющих снизить расход связующего до 30–50 кг/т и сделать процесс рентабельным [2] (практического применения этот метод пока не нашел);

- селективная флокуляция тонких шламов – еще одно перспективное направление обогащения мелкого угля, которое заключается в избирательном образовании с помощью флокулянтов агрегатов из угольных частиц, которые при разделении в сгустителях осаждаются, а минеральные частицы уходят в слив. После обезвоживания сгущенного продукта получают шламовый концентрат, а из слива после 2-й стадии сгущения получают отходы и чистую оборотную воду. На некоторых обогатительных фабриках, например ОФ «Распадская», использование селективной флокуляции шламов позволяет получать низкозольный концентрат (10-15 %) и отходы зольностью до 50 %. К недостаткам метода можно отнести зависимость селективности разделения от вещественного состава шлама, что не позволяет получать удовлетворительные показатели обогащения шлама на большинстве фабрик.

Таким образом, при обогащении энергетических углей в зависимости от вещественного состава угля и требований к качеству продукции можно подобрать необходимый вариант технологии очистки шламовой воды, при этом универсальными можно считать схемы с флотацией угольных шламов.

При обогащении коксующихся углей целесообразность селективной сепарации угольных шламов очевидна, т.к. сложно получить кондиционный по зольности и влажности товарный продукт, объединяя гравитационный концентрат с необогащенным шламом. Кроме того, без селективной сепарации шламов технологический процесс становится трудно управляемым при колебаниях качества рядового угля.

Поэтому шламы коксующихся углей обычно обогащаются, а селективная сепарация является не только способом разделения угольных и породных частиц, но важнейшим процессом очистки шламовой воды и снижения потерь углей со шламовыми отходами.

Практически единственным способом обогащения шламов является разделение угольных и породных частиц по смачиваемости с использованием масляных реагентов, что обусловлено естественной гидрофобностью угольной поверхности и хорошей смачиваемостью угля маслом. Наибольшее распространение получил флотационный метод обогащения угольных шламов, а достоинства и недостатки метода масляной агломерации угля рассмотрены выше.

Преимуществом флотационного метода очистки шламовых вод по сравнению с масляной агломерацией является значительно меньший расход масляных реагентов (1-5 кг/т). Основная трудность селективной флотации угольных шламов связана с высокой сложностью разделения угольно-глинистых дисперсий, содержащих большое количество разнообразных по своей химической природе и физико-химическим свойствам тонкодисперсных частиц.

В последнее время недостаточная эффективность очистки шламовых вод угляобогащения с использованием флотации шламов вызвана :

- увеличением содержания тонких шламов в разбавленной шламовой воде, направляемой на флотацию. Так содержание частиц менее 40 мкм в питании флотации многих фабрик более 60%, а содержание твердого в пульпе – 20-30 г/л. В этом случае требуется увеличение скорости и фронта флотации;

- направлением на флотацию труднофлотируемых шламов, в том числе шламов энергетических углей (марки Т, СС и др.), для флотации которых требуются более сильные реагенты;

- отсутствием необходимой подготовки пульпы перед флотацией на большинстве фабрик, что снижает эффективность процесса флотации;

- повышенной нагрузкой на флото-фильтровальное отделение при переработке отсевов углей других фабрик и шламов с гидроотвалов;

- отсутствием на многих фабриках контроля параметров исходного питания флотации по объему и содержанию твердого, что не позволяет поддерживать процесс флотации в оптимальном реагентном режиме;

- недостаточная эффективность процесса обезвоживания флотоконцентрата с высоким содержанием тонкодисперсных и илистых частиц.

Для интенсификации флотационного метода очистки разбавленных шламовых вод с высоким содержанием тонких шламов можно использовать способ подготовки пульпы, обеспечивающий снижение количества мельчайших частиц угля в пульпе за счет гидрофобной агрегации их масля-

ными реагентами. Установлено, что для достижения высокой степени агрегации микрочастиц угля маслом необходимо интенсивное перемешивание суспензии в течение некоторого времени и достаточная площадь поверхности раздела масло-вода. Увеличить поверхность раздела масло-вода без увеличения расхода масла можно введением в суспензию дополнительных центров агрегации мелких частиц, в качестве которых можно использовать омасленные пузырьки воздуха, на которых закрепляются частицы угля, образуя устойчивые углемасляные аэрокомплексы [3].

Показатели флотации угольных шламов после проведения масляной аэроагломерации (МАА) свидетельствуют о более высокой скорости флотации и повышении извлечения в концентрат как мелких, так и крупных частиц угля. Высокая степень агрегации угольных частиц (40-60%) при проведении МАА в промышленных условиях достигается при диссипации энергии, затрачиваемой на перемешивание пульпы, более 5 Вт/кг, времени процесса 2-3 минуты и газосодержании 8-12 %. Технология очистки шламовых вод с последовательным использованием процессов МАА и флотации позволяет сократить расход аполярного собирателя, увеличить производительность флотомашин, снизить потери угля с отходами флотации и уменьшить влажность осадка вакуум-фильтров [4].

Для повышения эффективности флотации труднофлотируемых шламов, в том числе шламов энергетических углей, применяются более сильные и эффективные реагенты собиратели и реагенты комплексного действия. На рынке реагентов для флотации угольных шламов сейчас наблюдается высокая конкуренция, при этом предлагаются реагенты как отечественных, так и зарубежных производителей, что дает возможность фабрикам подбирать наиболее экономичные и эффективные реагенты. Например, на многих фабриках Кузбас-

са применяется комплексный реагент-собиратель на основе отработанных моторных масел, поставляемый НПО «Завод химреагентов» г. Кемерово. Выпускается несколько марок этого реагента, причем для каждой фабрики подбирается оптимально действующий собиратель с учетом свойств флотируемого материала и применяемой на фабрике технологии [5].

Что касается применяемых флотомашин, то это в основном механические машины с объемом камер 12-16 м³, обеспечивающие нормальное проведение процесса флотации за счет хорошей аэрации пульпы и поддержания оптимального уровня пульпы в камерах. В ближайшее время возможно появление эжекторных пневматических флотомашин, к достоинствам которых можно отнести компактность, меньшие затраты энергии и высокие технологические показатели флотации. Установка их на действующих УОФ позволит увеличить количество перерабатываемого флотацией шлама.

Узким местом на многих фабриках является процесс обезвоживания флотоконцентрата на вакуум-фильтрах, что приводит к необходимости периодически уменьшать выход концентрата или останавливать флотацию для отработки зумпов флотоконцентрата. Основными причинами неэффективной работы фильтров являются износ оборудования, высокое содержание в пенном продукте тонкодисперсных частиц при отсутствии зернистого угля, отсутствие или неправильное применение флокулянтов для интенсификации процесса фильтрования.

В заключение отметим, что при увеличении конкуренции на угольную продукцию и повышении требований к ее качеству необходимо расширять применение процессов селективной сепарации шламов в схемах очистки шламовых вод УОФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клейн М.С. Проблемы экологии и ресурсосбережения при очистке шламовых вод углепереработки. / М.С. Клейн, Т.Е. Алешкина // Вестник КузГТУ. 2005. № 2. – С. 114-117.
2. Клейн М.С. Обогащение и обезвоживание тонких угольных шламов с использованием метода масляной грануляции / М.С. Клейн, А.А. Байченко, Е.В. Почевалова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2002. № 4. – С. 237-239.
3. Клейн, М. С. Очистка шламовых вод углеобогащения с использованием селективной сепарации шламов масляными реагентами / М. С. Клейн // Уголь, 2005. № 9. – С. 43–45.
4. Клейн М.С. Подготовка пульпы перед флотацией методом масляной аэроагломерации угольных частиц / М.С. Клейн, Т.Е. Вахонина // Вестник КузГТУ. 2012. № 1. – С. 28-30.
5. Вахонина Т. Е. Использование отработанных моторных масел для флотации угольных шламов / Т. Е. Вахонина, М. С. Клейн, И. А. Горбунков // Вестник КузГТУ. 2009. № 1. – С. 15 –17.

Авторы статьи

Клейн
Михаил Симхович,
д.т.н., проф каф. «Обогащение по-
лезных ископаемых». КузГТУ.
Email:m_klein@mail.ru

Вахонина
Татьяна Евгеньевна,
ст. преподаватель каф.
«Обогащение полезных ископае-
мых». КузГТУ. тел. 39-69-31