

УДК 622.7

А.С. КОФАНОВ, канд. техн. наук,

В.Ю. ЕПИХИН, А.А. АНДРЕЙЦОВ,

(Украина, Луганск, Государственное предприятие Государственный проектно-конструкторский институт обогатительного оборудования "Гипромашуглеобогащение")

П.И. ПИЛОВ, д-р техн. наук

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКОЗОЛЬНОГО УГОЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ГОРНОЙ МАССЫ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ В ТЯЖЕЛОСРЕДНОМ ГИДРОЦИКЛОНЕ

Одним из важных направлений научно-технического прогресса является повышение полноты и комплексности использования угля, в том числе вторичного сырья, содержащегося в породных отвалах. Это обусловлено рядом причин:

1. Дефицит энергоносителей, который предопределяет устойчивый спрос на угольную продукцию;
2. Высокое содержание горючей массы – в отвалах ее содержится до 20%;
3. Низкая стоимость сырья;
4. Несложность добычи и ее невысокая себестоимость.

По разным оценкам на поверхности шахт, территории обогатительных фабрик Украины существует почти 1500 породных отвалов, в которых залегают около 2 млрд. горной массы с содержанием угля до 20%. Эти отвалы: разрушают ландшафт, уничтожают свободное пространство, содержат определенное количество пригодного к использованию угля.

В связи с этим ГП ГПКИ ОО "Гипромашуглеобогащение" провел научно-исследовательскую работу по исследованию возможности обогащения горной массы породных отвалов в тяжелосредном гидроциклоне. Работа по данной теме является инициативной и проводилась впервые.

Целью проводимых работ являлось получение исходных данных для создания комплекса оборудования для обогащения горной массы породных отвалов.

Работа была направлена на определение возможности вовлечения в переработку забалансового сырья накопленного в отвалах и, как следствие, на решение экологических проблем угольных регионов.

В ходе проведения НИР были подвергнуты переработке пробы отобранные из отвалов и терриконов, расположенных в различных регионах, причем заранее места отбора проб не устанавливались.

Исследования проб проводились с целью определения содержания в них горючей массы и экспериментально проверялась возможность извлечения угля

с помощью тяжелосреднего гидроциклона в лаборатории на экспериментальной установке отдела обогатительного и вспомогательного оборудования ГП ГПКИ ОО "Гипромашуглеобогащение".

Были исследованы пробы четырех терриконов из следующих регионов:

- Ростовская обл., пос. Углеродовский, террикон шахты "Углерод";
- Донецкая обл., г. Снежное, террикон шахты "Северная-2";
- Луганская обл., г. Ровеньки, террикон шахты "Киевская";
- Луганская обл., г. Свердловск, террикон шахты "Харьковская".

Для проведения исследований предоставлялась проба горной массы террикона крупностью до 8 мм и весом – 20–30 кг, что достаточно для постановки 2–3-х опытов. Перед началом опыта исходный материал взвешивали, после чего обесшламливали на лабораторном грохоте по классу 0,5 мм. Продукты классификации снова взвешивали и класс 0,5–8 мм направляли на обогащение. Материал подавался в смеситель вручную, по возможности равномерно, чтобы свести к минимуму неизбежные колебания питания, а процесс разделения в гидроциклоне Ø 150 мм протекал стабильно. После переработки всего материала, подготовленного к опыту, продукты обогащения тщательно промывались водой с целью удаления остатков магнетита и выкладывали на противень для просушки.

Следующий опыт проводился после изменения какого-либо технологического параметра, чаще всего – плотности рабочей суспензии.

После просушки полученных во всех опытах продуктов, последние взвешивали, и составлялась таблица баланса продуктов обогащения. Зольность продуктов определялась в лабораториях обогатительных фабрик.

Плотность рабочей суспензии выбиралась из расчета того, куда будут выделяться промпродуктовые фракции – в концентрат или породу. Поэтому плотность суспензии при обогащении антрацитов принималась близкой к 1800 кг/м³ для одного опыта и около 2000 кг/м³ – для другого. Обычно плотность суспензии принимается на 50–100 кг/м³ меньше указанных значений из-за уплотнения суспензии в гидроциклоне и, как следствие, увеличения плотности разделения.

Изменение диаметра песковой насадки также ведет к изменению плотности разделения, однако этот способ регулировки режима работы установки рекомендуется применять при необходимости достижения плотности разделения свыше 2000 кг/м³. В этом случае диаметр насадки нужно уменьшать и соответственно снижать верхний предел крупности перерабатываемого материала. Поскольку исследования проводились на плотностях ниже 1950 кг/м³, насадка устанавливалась с максимальным диаметром – 28 мм.

Зольность обогащаемого материала изменялась от 41,9% до 66,8%. Результаты лабораторных исследований были очень хорошими. Зольность концентрата колебалась от 3,8% до 7,3%, а зольность породы изменялась от

76,9% до 91,3%.

Исследования показали, что процесс обогащения горной массы из терриконов в тяжелых средах является высокоэффективным. Процесс разделения на тяжелую и легкую фракцию в гидроциклоне легко регулируется посредством изменения диаметра разгрузочного отверстия для породы и изменения удельного веса суспензии.

Таким образом, для уменьшения нагрузки на окружающую среду, а также для более рационального использования угля, содержащегося в отвалах, предлагается создание специальной обогатительной установки.

Благодаря использованию установки для обогащения отвалов:

- мертвый капитал, заключенный в отвалах, может быть превращен в эффективное промышленное сырье;
- можно получать валюту за счет продажи добытого угля за рубеж;
- можно получать прибыль;
- можно снизить затраты на рекультивацию.

Большие успехи по рекультивации земель путем обогащения отвалов достигнуты в ФРГ. Используемая для этого модульная установка Fechner Hölter перерабатывает до 400000 т/год горной массы, получая при этом до 60000 т/год высококачественного концентрата.

В то же время в Украине работы по переработке отвалов практически не ведутся, в основном из-за отсутствия соответствующих обогатительных установок.

Предлагаемый к созданию комплекс оборудования для переработки породных отвалов позволит удовлетворить потребность отечественных производителей угольной продукции в необходимом оборудовании.

Технология обогащения породных отвалов включает в себя обогащение класса 1–40 мм в тяжелосреднем гидроциклоне и обогащение шлама класса 0–1 мм в спиральных сепараторах.

Технология включает следующие этапы:

- подготовка горной массы отвала;
- обесшламливание горной массы на грохоте;
- обогащение в тяжелосреднем гидроциклоне;
- отмыв и обезвоживание продуктов обогащения;
- регенерация суспензии;
- обогащение шлама в спиральных сепараторах;
- обезвоживание продуктов обогащения шлама;
- регенерация оборотной воды.

Схема цепи аппаратов комплекса по обогащению горной массы породных отвалов приведена на рисунке.

Горная масса из отвалов (рисунок) загружается в бункер, откуда питателем подается на классификационный грохот 1. Надрешетный продукт класса +40 мм

конвейером 18 подається на ручну угольову борку. Мелкий уголь класу 0–40 мм (подрешетний продукт) частинно поступає через делитель 2 в присадку к концентрату, а друга часть транспортується на грохот 3, где одночасно с мокрою підготовительною класифікацією виконується операція відділення шлама класу 0–1 мм. Обесшламлений матеріал поступає в смеситель 4, куда одночасно подається магнетитова суспензія из регулюючого бака. Робоча суспензія из бака кондиційної суспензії 12 насосним агрегатом направляється в регулюючий бак, откуда поступає в смеситель 4 двома регулюємими потоками. Основний об'єм суспензії (90–95%) подається в смесительне відділення, остальна часть – в напорне відділення смесителя. Из смесителя пульпа насосним агрегатом (или при наявності достаточного перепаду висоти – самотеком) подається в гідроциклон 7, где происходит відділення вихідної горної маси на важку (породну) и легку (концентратну) фракції. Концентратна фракція спільно с породною фракцією поступає на дугове сито 9 и далі на грохот 10. Сито и грохот відділені продольною перегородкою на концентратне и породне відділення. На дуговому ситі и першій треті грохота здійснюється сброс робочої суспензії, которая самотеком поступає в бак кондиційної суспензії. Під дуговим ситом встановлений делитель 11 для відводу частин робочої суспензії на регенерацію. На другій часті грохота с помощью брызгальних пристроїв виконується отмывка магнетита от продуктів обогачення. На останній часті грохота происходит обезвоживание продуктів. Отмытый и обезвоженный концентрат класу 1–40 мм поступає на конвейер 19 и далі транспортується на склад. Отмытая порода направляється на конвейер 20 и далі – в отвал. Промивна вода с магнетитом с грохота 10 поступає в бак некондиційної суспензії 13, из которого насосним агрегатом подається на регенерацію в магнітні сепаратори 14.

Шлам из операції обесшламливания рядового угля на грохоте 3, отходы регенерації суспензії в магнітних сепараторах 14 збираються в зумпфе шламової води 5, откуда насосним агрегатом подаються на класифікацію в гідроциклоны 6. Пески гідроциклонов подаються на обогачення в спіральні сепаратори 8, где шлам класу 0,1–1 мм відділяється на концентрат, промпродукт и отходы. Концентрат и отходы направляються для обезвоживания на грохот 15, відділений продольною перегородкою на концентратне и породне відділення. Конвейерами продукти обогачення транспортуються на склад. Слив гідроциклонов 6, содержащий илы класу 0–0,1 мм, направляється в делитель. Часть слива из делителя вместе с подрешетними водами грохотов 15 збираються в зумпфе и насосним агрегатом направляються в сгуститель 17, где в результате осадження твердої фази происходит очистка води. Чистая вода направляється в бак оборотної води. Друга часть слива гідроциклонов из делителя направляється на операцію обесшламливания на грохот 3. Осажденный

продукт сгустителя 17 поступает для обезвоживания в осадительную центрифугу 16. Осадок центрифуги выгружается на конвейер, а фугат используется в качестве циркулирующей нагрузки. В зависимости от компоновки оборудования фабрики тонкие илистые отходы присаживаются к мелкой и крупной породе или же отдельно направляются в отвал. Добавочная вода из внешнего источника насосным агрегатом подается в бак технической воды. Из бака техническая вода распределяется на ополаскивание продуктов обогащения, на регулирование плотности суспензии в баке кондиционной суспензии, на гидropодпор насосов, а перелив поступает в бак оборотной воды. Для сбора случайных переливов служит приямок, оборудованный насосным агрегатом для возврата переливов в бак некондиционной суспензии. Установка для приготовления свежей суспензии размещается в здании склада магнетита и включает транспортирующее устройство, бак приготовления суспензии и насосный агрегат для перекачки свежеприготовленной суспензии в бак кондиционной суспензии.

Обогащение в тяжелосреднем гидроциклоне выполняется с максимальной эффективностью, что обеспечивает возможность значительного долевого участия необогащенного угля в товарной продукции. Регулирование соотношения обогащенного и необогащенного угля в товарной продукции, обеспечивающее заданный уровень и постоянство его качества, может осуществляться средствами автоматики.

Такое построение технологической схемы обеспечивает получение товарного угля с заданной зольностью, которая может изменяться от 5–6% до 25–30%.

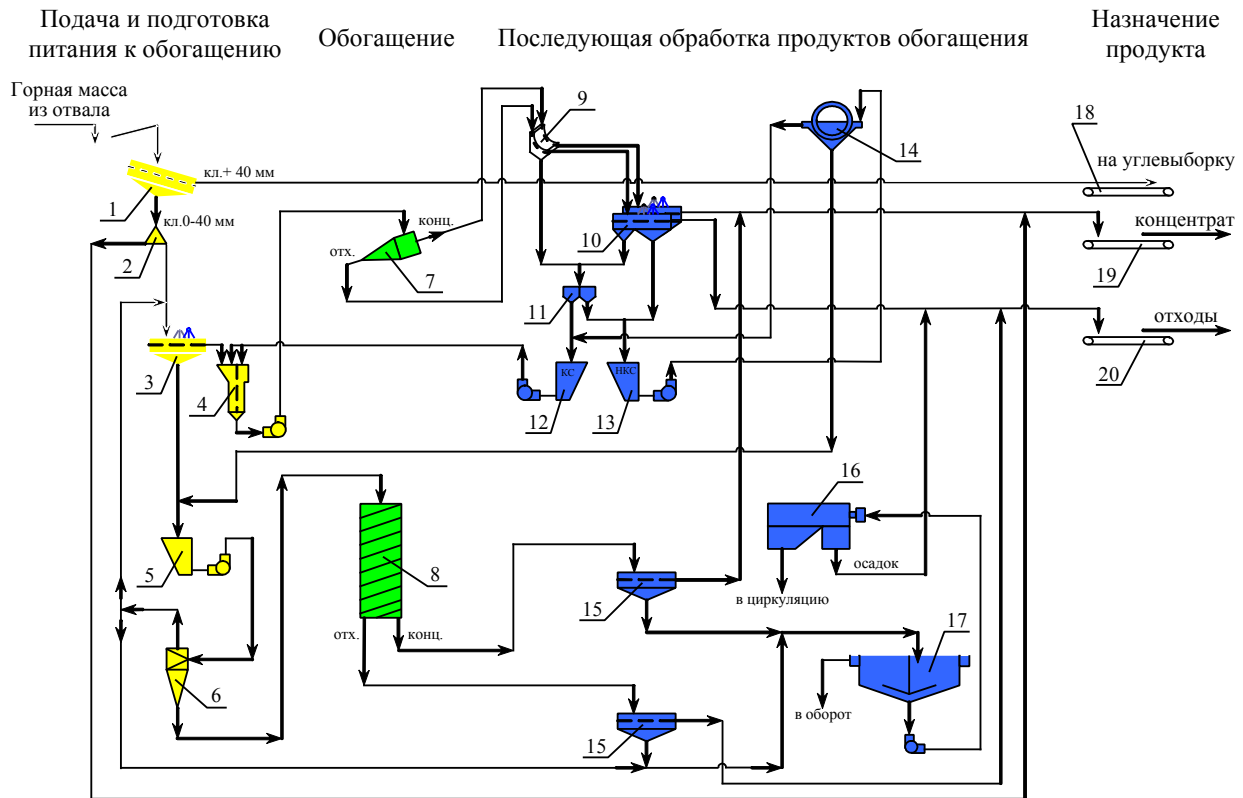
Для полной утилизации отходов, получаемых после обогащения с зольностью более 80%, предлагается использовать их в качестве строительного материала. Порода может быть использована также для следующих целей:

- сооружения дамб;
- сооружения плотин;
- засыпки гравийных и песчаных карьеров;
- засыпки глубоких впадин речных русел и водоемов;
- на земляных работах и в дорожном строительстве.

Освоение технологического комплекса по переработке забалансового сырья накопленного в отвалах обеспечит создание дополнительно рабочих мест, что будет иметь положительные социологические и демографические последствия. Эксплуатация комплекса не окажет негативного влияния на окружающую природную среду. Применение в технологической схеме замкнутого цикла позволит исключить потребность в заполнении илонакопителей, что значительно освободит от необходимости строительства дополнительных отстойников и наращивания дамб действующих, а также сэкономит огромные средства на поддержание и развитие действующих

мощностей.

Разработка технологии для обогащения горной массы породных отвалов с учетом пожелания заказчика, а также изготовление и поставка оборудования входящее в комплекс осуществляет ГП ГПКИ ОО "Гипромашуглеобогащение".



Технологическая схема комплекса оборудования по переработке породных отвалов:

- 1 – грохот классификационный; 2 – делитель; 3 – грохот обесшламливающий;
- 4 – перемешиватель; 5 – зумпф сбора шлама; 6 – гидроциклон классификационный;
- 7 – гидроциклон тяжелосредный; 8 – сепаратор спиральный; 9 – сито дуговое вибрационное; 10 – грохот обезвоживающий; 11 – делитель;
- 12 – бак кондиционной суспензии; 13 – бак некондиционной суспензии;
- 14 – сепаратор электромагнитный; 15 – грохот обезвоживающий;
- 16 – центрифуга осадительная; 17 – сгуститель;
- 18 – конвейер углевыборочный; 19, 20 – конвейер для транспортирования продуктов обогащения.

Выводы

В результате стендовых испытаний по обогащению породных отвалов, проведенных в институте "Гипромашуглеобогащение", установлено, что из горной массы, находящейся на поверхностях шахт, возможно выделение до

20–25% горючого вещества с зольністю до 5–6%. Для этого применена технология обогащения в тяжелосредних гидроциклонах, позволяющая извлечь в концентрат 98÷99% имеющего в отвале угля крупностью от 0,5 до 40 мм. Главные достоинства этой технологии: простота схемы, высокая эффективность, практически полное отсутствие потерь угля с отходами обогащения.

Нерациональное использование энергоресурсов, загрязнение природы отходами дорого обходится обществу и непосредственно каждому налогоплательщику, каждому потребителю. Переработка отходов должна стать массовой – это и конкретная выгода, и наш долг перед потомками.

Вовлечение в переработку породных отвалов позволит расширить реализацию программы по рекультивации земель и улучшению земель, и вместе с ликвидацией бывших терриконов вернуть в сельскохозяйственное производство десятки тысяч гектаров не используемой в настоящее время земли.

Список используемой литературы

1. **Иофа М.Б., Зарубин Л.С., Хайдакин В.И.** Обогащение мелкого угля в тяжелосредних гидроциклонах. – М.: Недра, 1978. – 239 с.
2. Технология обогащения антрацитов. – М.: Недра, 1974. – 232 с. (Укр. науч-исслед. и проектно-констр. ин-т по обогащению и брикетированию углей).
3. Технические документы. 9-ый Международный подготовительный Конгресс Угля. Нью Дели, Индия. 29 ноября – 4 декабря, 1982.
4. **Зарубин Л.С., Иофа М.Б.** (ИОТТ) Технология глубокого обогащения и обессеривания угля в тяжелосредних гидроциклонах за рубежом: Обзор / ЦНИЭИуголь. – М., 1980.
5. Справочник по обогащению углей. Под ред. **И.С. Благова, А.М. Коткина, Л.С. Зарубина.** 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1984. – 614 с.
6. Шламы, их улавливание и обезвоживание. **Т.Г. Фоменко, И.С. Благоев, А.М. Коткин, В.С. Бутовецкий.** “Недра”, 1968 г. Стр. 203.
7. **Шохин В.Н., Лопатин А.Г.** Гравитационные методы обогащения. Учебник для вузов. М., 1980. 400 с.

© Кофанов А.С., Епихин В.Ю., Андрейцов А.А., Пилов П.И., 2006

*Надійшла до редколегії 26.04.2006 р.
Рекомендовано до публікації*

УДК 622.7

Д.А. Полулях

(Украина, Днепропетровск, УкрНИИУглеобогащение)

29

Збагачення корисних копалин, 2006. – Вип. 25(66)–26(67)