

А.Д. ПОЛУЛЯХ, д-р техн. наук

(Україна, Дніпропетровськ, ОП "Укрніиуглеобогашение" ГП "НТЦ "Углеинновация"),

И.В. ЕРЕМЕЕВ

(Россия, Гуково, ЦОФ "Гуковская")

ОСОБЕННОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ ООО "ШУ "САДКИНСКОЕ" С БОЛЬШИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛЕГКОРАЗМОКАЕМОЙ ПОРОДЫ НА ЦОФ "ГУКОВСКАЯ"

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами

В последнее время повышение эффективности обогащения углей достигается приспособлением действующих технологических схем углеобогащительных фабрик к качеству исходного сырья. Особенно это актуально для фабрик, поступающее сырье которых значительно отличается от проектного не только по гранулометрическому и фракционному, но и по минералогическому и петрографическому составам.

В связи с включением рядовых углей ООО "ШУ "Садкинское" в сырьевую базу ЦОФ "Гуковская", представляют интерес результаты решения данной проблемы на данной фабрике.

Анализ исследований и публикаций

Исследования многих авторов посвящены особенностям обогащения углей, отличающихся специфическими свойствами [1, 2]. Необходимо отметить особенности обогащения газовых углей с легкоразмокаемой породой на ЦОФ "Павлоградская" [3]. Результаты этих исследований указывают на необходимость максимально быстрого вывода породы из процессов обогащения и тонкодисперсных глинистых частиц из оборотной воды [4, 5].

Постановка задачи

Целью данной работы является продолжение исследований по обогащению углей с легкоразмокаемой породой в случае переработки антрацита.

Изложение материала и результаты

Результаты исследований микро-петрографического состава угля ООО "ШУ "Садкинское" (табл. 1) поставляемый на ОАО "ЦОФ "Гуковская" показали, что уголь имеет сложный петрографический состав: содержание витринита составляет -54%, отошающих компонентов (Σ ОК) – 46%. Показатель отражения витринита R_0 равен – 4,09%.

Минеральная часть исследуемой пробы представлена глинистым веществом, карбонатами, кварцем и пиритом. Глинистое вещество можно наблюдать в виде отдельных обломков, а также в виде сростков с органической массой угля, которая образует вкрапления, и заполняет полосы фюзенизированных тканей. Карбонаты представлены кальцитом, который присутствует как в свободном

Збагачення корисних копалин, 2014. – Вип. 57(98)

Загальні питання технології збагачення

виде, так и в сростках с глиной. Кварц наблюдаем в виде отдельных зерен, так и сростках с органикой. Пирит наблюдаем в виде дисперсной рассеянности в глине, а также в органической массе угля.

Минеральная часть "пластушки" представлена значительным количеством минеральных примесей, глинистым веществом, карбонатами, кварцем и пиритом. Органическая часть представлена незначительным количеством зерен. Глинистое вещество встречаем в виде отдельных зерен, а также в виде мелкой вкрапленности в органике. Карбонаты представлены кальцитом и небольшим количеством сидерита, которые наблюдаем в виде сростков с глиной. Большое количество пирита наблюдаем в виде дисперсной рассеянности в глине, а также иногда встречаем пирит вкрапленный в органике.

Выход летучих веществ составляет 2,7%, объемный выход летучих веществ равен 103 см³/г, высшая теплота сгорания равна 30,55 МДж/кг (7297 ккал/кг), низшая теплота сгорания равна 17,19 МДж/кг (4106 ккал/кг).

В соответствии с ГОСТ 25543-88 уголь относится к марке А (антрацит).

Элементный состав характеризуется содержанием углерода – 94,7% и водорода – 2,0%.

По химическому составу зола представлена тугоплавкими оксидами кремния (53,3%) и алюминия (26,9%).

Таблица 1

Петрографический состав рядового угля и "пластушки" ООО ШУ "Садкинская"

Показатели	Условные обозначения	Значения показателя рядового угля	Значения показателя "пластушки"
Минеральный состав угля, %			
чистый уголь	–	68	12
глинистое вещество	Mgl	27	78
сульфиды	Ms	2	4
карбонаты	Mк	2	4
кварц	Mкz	1	2
Мацеральный состав чистого угля, %			
витринит	Vt	54	–
экзинит (липтинит)	L	–	–
семивитринит	Sv	–	–
инертинит	I	46	–
Сумма фюзенизированных компонентов, %	ΣOK	46	–
Показатель отражения витринита, %	Ro	4,09	–
Показатель анизотропии отражения, %	AR	79,95	–
Окисленность петрографическим методом, %	Okп	Нет	–

Ситовый анализ показал, что в гранулометрическом составе рядового угля (табл. 2) выход класса более 13 мм равен 56,0% зольностью 44,7%, выход класса 0-13 мм равен 44,0% зольностью 31,5%, в том числе класса 0-0,5 мм – 6,6% зольностью 37,2%.

Загальні питання технології збагачення

Содержание минеральных примесей в классе более 25 мм составляет 18,3% зольностью 88,2%. Зольность рядового угля – 38,9%.

Исследования механической прочности показали (табл. 3), что уголь ($F = 1,06$) и вмещающие породы ($F = 2,43$) относятся к средней крепости, пластушки ($F = 1,52$) – довольно мягкие. Коэффициент размолоспособности, определенный на приборе Хардгрова в соответствии ГОСТ 15489.2-93 (ИСО 5074-80) и характеризующий сопротивление угля размолу, равен 43 единицам.

Таблица 2

Гранулометрический состав рядового угля

Классы, мм	Выход, %	Зольность, %
300-500	0,9	91,0
200-300	2,9	47,3
Более 200	3,8	57,6
150-200	2,7	73,2
100-150	7,3	54,4
Более 100	13,8	59,0
50-100	10,1	46,3
25-50	14,5	38,8
Более 25	38,4	48,0
13-25	17,6	37,4
Более 13	56,0	44,7
6-13	13,4	32,8
3-6	11,5	28,9
1-3	8,9	29
0,5-1	3,6	30,2
0-0,5	6,6	37,2
В том числе		
0,2-0,5	2,7	30,5
0,1-0,2	1,1	32,0
0,05-0,1	0,9	34,2
0-0,05	1,9	51,2
Итого 0,5-13	37,4	30,4
Итого 0-13	44,0	31,5
ВСЕГО	100,0	38,9

Таблица 3

Показатели механической прочности угля, вмещающей породы и "пластушки"

Наименование пробы	Коэффициент крепости (метод толчения)	Механическая прочность, %	
		в большом барабане (класс более 13 мм)	в малом барабане (класс 25–50 мм)
Уголь	1,06	47,1	60,0
"Пластушки"	1,52	–	47,0
Вмещающ. порода	2,43	–	57,0

Загальні питання технології збагачення

Результаты исследований размокаемости породы и "пластушки" показали, что вмещающие породы – легко размокаемые. В процессе обогащения до 4,5% породы может перейти в тонкодисперсное состояние (табл. 4).

Таблица 4

Результаты исследований размокаемости породы и "пластушки"		
Классы, мм	Вмещающая порода	"Пластушки"
Более 0,05	95,5	96,5
0-0,05	4,5	3,5

Фракционный анализ выполнен по элементарным классам 50-100; 25-50; 13-25; 6-13; 3-6; 1-3; 0,5-1 и 0-0,5 мм.

По ситовому и фракционному анализам следует отметить, что по форме и цвету уголь представлен блестящими включениями антрацита и матовыми "пластушками", причем, блестящий антрацит содержится в низкозольных фракциях угля (менее 1600 кг/м³), с уменьшением его содержания в более высокозольных фракциях (более 1600 кг/м³). "Пластушки" же, наоборот, преобладают в более тяжелых фракциях. Кроме того, в одной и той же фракции, зольность блестящего антрацита ниже зольности матовой пластушки на 2-8%.

Действительная плотность "пластушки" составляет 2,55 г/см³.

Выход фракции менее 2000 кг/м³ по машинным классам и в рядовом угле составляет 53,7-69,8%. Зольность фракции менее 2000 кг/м³ колеблется от 8,2 до 15,1%.

Содержание породных примесей плотностью более 2000 кг/м³ составляет от 30,2 до 46,3%.

Зольность породных примесей равна 76,1-86,7%.

Рядовой уголь и уголь классов более 13 мм и класс 0,5-13 мм относятся к средней категории обогатимости, а класс 0-0,5 мм – к очень трудной категории обогатимости.

По результатам фракционного анализа исследованного угля составлен теоретический баланс продуктов обогащения (табл. 5.).

Теоретический выход концентрата, при разделении угля по плотностям 1800 и 2000 кг/м³, составляет 55,43% зольностью 6,1%, промпродукта – 4,98% зольностью 38,8% и отходов – 39,59% зольностью 84,7%.

При разделении угля по плотности 2000 кг/м³ теоретический выход концентрата составляет 60,41% зольностью 8,8%.

В процессе транспортирования рядового угля на фабрику и накопления его в дозирочных бункерах, переизмельчение угля и "пластушки" составляет 3-7%, где зольность класса 0-6мм увеличивается на 4-5%. Данные свойства угля ООО "ШУ "Садкинское" определяют особенности его обогащения по следующим технологическим процессам: сухой отсев класса 0-6 мм с помощью струнных грохотов ГСС-41.

В классических водно-шламовых схемах при глубине обогащения до 1,5 мм норма расхода воды при мокрой классификации составляет от 1,3-1,5 м³/т, где часть машинного класса не успевает обесшламливаться из-за

Загальні питання технології збагачення

недостаточного количества времени данного технологического процесса, повышенной влажности рядового угля, слипания угля и другим причинам.

Таблица 5

Теоретический баланс продуктов обогащения рядового угля				
Наименование продуктов, классы, мм	Плотность разделения, кг/м ³			
	1800, 2000		2000	
	выход, %	зольность, %	выход, %	зольность, %
Концентрат				
Более 13	27,70	5,9	30,09	8,5
0,5-13	24,23	5,7	26,11	8,2
0-0,5	3,50	10,8	4,21	15,1
Итого	55,4	6,1	60,4	8,8
Промпродукт				
Более 13	2,40	38,8	–	–
0,5-13	1,88	39,9	–	–
0-0,5	0,71	36,3	–	–
Итого	5,0	38,8	–	–
Отходы				
Более 13	25,91	86,7	25,91	86,7
0,5-13	11,29	82,0	11,29	82,0
0-0,5	2,39	76,1	2,39	76,1
Итого	39,6	84,7	39,6	84,7
Рядовой уголь	100,0	38,9	100,0	38,9

На ОАО "ЦОФ "Гуковская" пошли по другому пути. Изготовили и смонтировали аппарат (смачиватель) по принципу элеваторного колеса тяжелосреднего сепаратора СКВП-20 только большего объема. Способ мокрого обесшламливания угля перед обогащением, включающий смачивание угля водой, разделение по крупности на грохоте, отличающийся тем, что, с целью уменьшения удельного расхода воды, повышения качества продуктов, смачивание рядового угля оборотной водой производится в емкости без перелива с одновременным перемешиванием угля в ковшах смачивателя, после которого производится выгрузка материала на грохот с одновременным обезвоживанием, при этом уровень жидкости в емкости поддерживают постоянным. Удельный расход воды составляет 0,3 м³/т, что в 4-5 раза меньше, чем при работе мокрой классификации с классической схемой. Установленная производственная мощность фабрики по переработке антрацитов – 4800 т.т. в год. При часовой нагрузке 600 т/час расход потребляемой воды по фабрике составляет 80-200 м³/час.

Технологическая схема фабрики предусматривает обогащение класса +10,0 мм в тяжелосредних сепараторах СКВП-20; обогащение класса 2,5-10,0 мм в модернизированном тяжелосреднем сепараторе СКВП-20, защищенном патентом РФ; обогащение класса 0,2-2,5 мм в спиральных сепараторах МХ7 производства ЮАР; обесшламливание мелкого машинного класса по крупности 3 мм с помощью пластинчатого сгустителя; применение для обработки шламов батарейных гидроциклонов БГЦ-24/100, грохотов ГВЧ-41,

Загальні питання технології збагачення

ГВЧ-41М и ЛСХ-15; вывод тонких илов с помощью гравитационного сгустителя, защищенного патентом РФ.

При обогащении рядового угля с ООО "ШУ "Садкинское" специалисты фабрики столкнулись с рядом специфических вопросов, ухудшающих работу фабрики: дополнительное переизмельчение и шламообразование с увеличением зольности исходного угля по классам, наличие в рядовом угле "пластушки", где зольность блестящего антрацита ниже зольности матовой "пластушки" на 2-8%, ухудшение процесса вывода шлама и осветление оборотной воды на пластинчатом и гравитационном сгустителе более чем в 1,5 раза. Вследствие самоизмельчения, истирания угля и породных примесей (относительная измельчаемость класса более 13 мм составляет 45,5%), количество шламов класса 0-0,5 мм увеличилось на 7,8% и достигает 14,4% зольностью 41,6%, в том числе класса 0-0,05 мм – 5,0% с зольностью 55,5%.

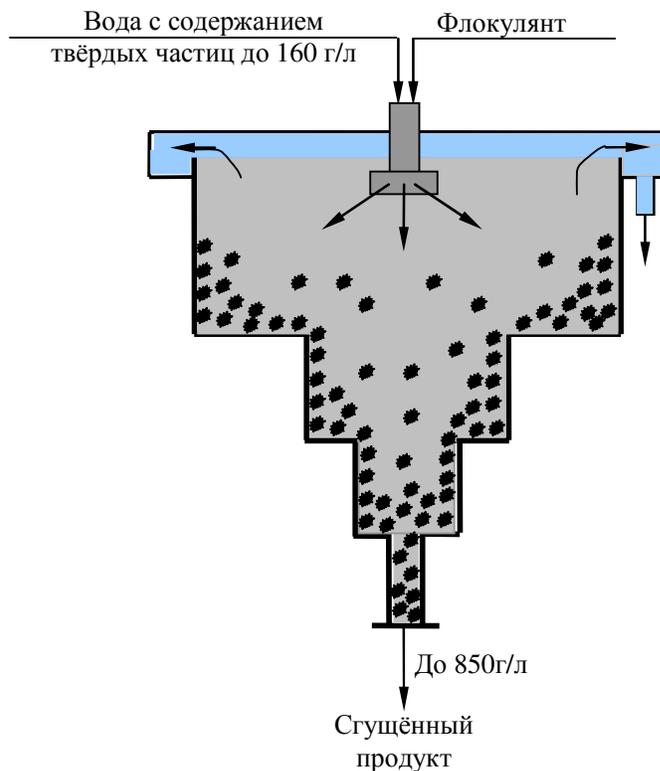
Для обогащения класса 2,5-10 мм на фабрике используется модернизированный тяжелосредний сепаратор СКВП-20: с измененной загрузкой и регулируемым по высоте загрузочным устройством, с измененным направлением транспортного и восходящего потоков, что позволяет создавать спокойную среду в ванне сепаратора.

Учитывая размокаемость породных примесей в водной среде, время нахождения угля на разных технологических процессах была снижена на 60% и составляет от 60-100 сек.

На фабрике введен в действие комплекс по сгущению высокозольных илов и осветлению оборотной воды. Вместо радиального сгустителя был установлен ступенчатый гравитационный сгуститель (рисунок): безприводной, площадью 144 м², производительностью 220-250 м³/час, удельная нагрузка на 1 м² – 1,9 м³/час и содержание твердого в питании до 150 г/дм³, содержание твердого в сгущенном продукте до 850 г/дм³ при расходе флокулянта – 80 г/т сухого шлама (в радиальном сгустителе содержание твердого в сгущенном продукте составляет не более 150-200г/дм³). Содержание твердых частиц в осветленной жидкости 0-15 г/дм³. Гравитационный сгуститель содержит цилиндрический корпус, коническое днище с патрубком, для отвода осветленной жидкости. Коническое днище выполнено ступенчатым в виде кольцевых выступов с вертикальными цилиндрическими или прямоугольными стенками на конце устанавливается шиберная задвижка. Количество выпусков 4 шт. Гравитационный сгуститель гребкового устройства (фермы) не имеет.

Осветленная вода с пластинчатого сгустителя с содержанием твердого 90-110 г/дм³ поступает в промежуточную емкость и далее на батарею гидроциклонов БГЦ-24/100, где слив с содержанием твердого составляет от 30-40 г/дм³, что и является оборотной водой на фабрике.

С целью выделения "пластушки" (концентрат зольностью 12-16%) из концентрата на классификационных грохотах ГИСЛ-62(42) были изготовлены и установлены экспериментальные сита струнного типа. Струнные сита позволяют выпускать концентрат практически с материнской зольностью, классифицируя товарную продукцию согласно договоренностям подписанных контрактов.



Сгуститель гравитационный ступенчатый безприводной

Выводы и направления дальнейших исследований

Выполненные исследования позволили определить особенности антрацита ООО "ШУ "Садкинское", с учетом которых сокращено время пребывания размокаемой породы в технологических процессах до 60-100 с, а также изменена технология обогащения рядового антрацита путем изменения способа его смачивания и обесшламливания, выделения и обогащения машинного класса 2,5-10,0 мм в модернизированном тяжелосредном сепараторе СКВП-20, обесшламливания мелкого машинного класса по крупности 3 мм с помощью пластинчатого сгустителя и вывода тонких илов из оборотной воды с помощью гравитационного сгустителя.

Список литературы

1. Мельничук В.Д. Технологические особенности обогащения углей Западного Донбасса [Текст] / В.Д. Мельничук, А.Д. Полулях // Сб. научных тр. НГАУ. – 1998. – № 3, Т.4. – С. 100-108.
2. Полулях А.Д. Особенности обогащения сапропелитовых углей Львовско-Волынского бассейна [Текст] / А.Д. Полулях, О.В. Моисеенко, О.Й. Авраменко, А.Ю. Перерва // Уголь Украины. – 2008. – № 3. – С. 13-15.
3. Полулях А.Д. Особенности обогащения углей с большим содержанием легкоразмокаемой породы [Текст] / А.Д. Полулях // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2012. – Вип. 51(92). – С. 3-12.
4. Полулях А.Д. Опыт тяжелосредного обогащения газовых углей с применением уг-

Збагачення корисних копалин, 2014. – Вип. 57(98)

Загальні питання технології збагачення

лещелочного реагента-пептизатора на ЦОФ "Павлоградская" [Текст] / А.Д. Полулях, В.Д. Мельничук // Геотехническая механика: Межвел. сб. науч. тр. ИГТМ. – 1998. – № 4. – С. 57-62.

5. Курченко И.П. Обогащении угля Западного Донбасса [Текст] / И.П. Курченко, А.Д. Полулях, И.П. Васько // Уголь Украины. – 2000. – № 9. – С. 50-52.

© Полулях А.Д., Еремеев И.В., 2014

*Надійшла до редколегії 28.08.2014 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*