

УДК 622.7:658.512; 622.7.017.2; 622.7:504.064.43; 622.753

В.А. Козлов

ОЦЕНКА РАСКРЫВАЕМОСТИ УГЛЯ УРГАЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Произведена оценка раскрываемости угля на примере изучения фракционного состава угля Ургальского месторождения.

Ключевые слова: фракционный состав угля, обогатимость угля, дробление, раскрытие угля, технологическая схема фабрики.

В настоящее время ведется строительство обогатительной фабрики «Чегдомын» ОАО «Ургалуголь» производительностью 6 млн. тонн в год для переработки угля марки «Г» Ургальского месторождения. Техничко-экономическое обоснование (проект) строительства обогатительной фабрики был выполнен ОАО «СибНИИУглеобогашение» в 2008 году.

В тоже время в ОАО «СУЭК» рассматривался вопрос о возможности раскрытия промежуточных фракций с целью увеличения выхода концентрата.

Под раскрываемостью угля понимается раскрытие сростков угля и породы при дроблении, первоначально находящиеся в промежуточных фракциях плотностью 1,4-1,8(2,0) т/м³. Здесь определяющим является степень дробления, т.е. определение крупности зерна при котором происходит раскрытие, определенной доли, например, 80% всех сростков. Недооценка данного факта приводит к потере значимого количества концентрата с промпродуктом и отходами.

Проектом предусматривается переработка на ОФ Чегдомын шихты угля пластов В12 и В26 в пропорции 50/50. Оборудование фабрики разделено на две одинаковых секции производительностью 500 т/ч каждая. Влага рядового угля принята 6,5 %.

Согласно фракционным составам угля, приведенным в работах [1,2], при зольности рядового угля около 40 % теоретический выход концентрата зольностью 18 % составляет 41 %. В большинстве случаев, в том числе и рассматриваемом, в исходных данных, выдаваемых на проектирование углеобогатительных фабрик, отсутствует информация по исследованиям раскрываемости угля. Поэтому приходится оценивать раскрываемость угля по его фракционным и гранулометрическим составам.

В проектной схеме применено предварительное дробление крупного рядового угля до <200 мм; классификация угля и его дешламация на двухдечном грохоте на классы 50x200, 1x50 и 0x1 мм; удаление породы плотностью более 1800 кг/м³ из класса 50x200 мм в тяжелосреднем сепараторе; дробление беспородной массы крупностью +50 мм до крупности <50 мм. И далее обогащение угля класса 1x50 мм в двухпродуктовых тяжелосредних гидроциклонах в две стадии с получением концентрата, промпродукта и отходов.

Согласно проектным показателям для данной схемы выход концентрата должен составить 49,6 %, выход промпродукта 27 % зольностью 34 %. При зольности рядового угля 33,3 % расчетная зольность отходов обогащения составит 64,9 %.

Учитывая общеизвестный факт, что повышение зольности рядового угля на 1 % снижает выход концентрата как минимум на 1 %, можно вычислить, что выход концентрата при зольности рядового угля 40 % должен быть на 6,7 % меньше заявленного в проекте и составит всего 42,9 %.

Анализ технологической схемы из проекта ОФ Чегдомын показывает, что в ней на текущий момент не учтено в достаточной мере раскрываемость угля и, следовательно, в ней заложены значительные потери концентрата с промпродуктом и отходами.

Согласно фракционным составам рядового угля пластов В12 и В26, в их шихте содержание породы фракции $>1800 \text{ кг/м}^3$ в классе $>13 \text{ мм}$ составляет всего 13,6 %. В тоже время выход класса 13x200 мм составляет 75,1 %. Доля выделяемой породы составляет 11,3 % от питания сепаратора. Таким образом, можно сделать вывод, что не рационально применять лишнюю технологическую операцию такую, как выделение породы в тяжелосреднем сепараторе. Слишком мало породы выводится из процесса в начале процесса обогащения. Для этой операции рекомендуется выводить не менее 35 % породы, только тогда ее экономически целесообразно включать в технологическую схему.

Согласно предлагаемой схеме в тяжелосредних сепараторах необходимо выделять концентрат, а не породу. Так, в сепараторы поступает около 75 % от всего угля класса 13x200 мм. Обогащение производим по низкой плотности с получением концентрата и высокозольного микста, в котором сосредоточены сростки угля и породы. Выход концентрата составит около 15 % зольностью менее 18 %. Такой режим работы более технологически рационален по сравнению с проектным решением, так

как мы сразу получаем готовый концентрат, избегая его переизмельчения.

В предлагаемой схеме уголь дробится до -13 мм, тем самым раскрывается более половины сростков угля, по сравнению с проектной, в которой уголь дробится до -50 мм. Анализ исходного фракционного состава угля показывает, что при крупности угля 50 мм не происходит заметного раскрытия промежуточных фракций угля. В тяжелосредних гидроциклонах предлагается обогащать класс 1x13 мм, а не 1x50 мм, как в проекте.

По усовершенствованной схеме потонувший продукт в сепараторе класса 13x200 мм выходом 60% будет дробиться в двухстадийной четырехвалковой дробилке до крупности менее 13 мм. В результате дробления раскрывается значительное количество сростков и выделяется чистый уголь.

Далее по этой схеме исходный уголь класса 0x13 мм с выходом 17,7% и дробленый микст после обесшламливания по 1 мм обогащаются совместно в двухпродуктовых тяжелосредних гидроциклонах в две стадии. В первой стадии получаем концентрат и микст-2 и во второй стадии получаем промпродукт зольностью менее 34% и отходы.

По предлагаемой схеме предполагается возможным увеличить выход концентрата минимум на 5-7% по сравнению с проектной схемой обогатительной фабрики и, соответственно, значительно уменьшить выход труднореализуемого промпродукта и снизить потери угля.

Фактически, из всех действующих обогатительных фабрик на территории СНГ в технологической схеме было учтено дробление крупного промпродукта только на построенной по технологии СЕТСО ОФ «Свято-

Варваринская» (Украина, 2008). На этой фабрике установлены две 4-хвалковые дробилки фирмы «Gundlach», по одной на секцию, для дробления крупного промпродукта 13x150 мм до крупности -13 мм. Дробленый продукт затем повторно обогащается в тяжелосредних гидrocиклонах вместе с мелким углем.

Наши исследования углей различных месторождений показывают, что в случае если уголь относится к очень трудной категории обогатимости согласно ГОСТ 10100-84 и, следовательно, в нем присутствует большое количество промежуточных фракций, то их дробление до крупности 2(3)мм зачастую позволяет раскрыть и выделить при обогащении дополнительно до 6-10% чистого угля - концентрата.

Правильная оценка раскрываемости угля при дроблении позволит на стадии проектирования правильно составить технологическую схему обогатительной фабрики, выбрать типоразмер оборудования и рассчитать транспортные цепочки.

В работе [3] изучалась возможность раскрытия угля Ургальского месторождения по кривым Майера, построенным для узких машинных классов. Так, в крупных классах > 13 мм выход концентрата зольностью 18% составляет 40 %, для мелкого класса 1x13 мм выход концентрата составляет более 50 %, а для шлама 0,15x1 мм – более 90 %. В связи с этим, предлагалось продукт плотностью <1800 кг/м³ (микст) дробить до крупности 25 мм или до 13 мм с целью раскрытия сростков. Результаты дробления микста прогнозировалось по аналогии с распределением классов крупности в исходном рядовом угле. Далее корректировался фракционный состав угля с учетом его дробления, и в каждом классе определялся выход концентрата зольно-

стью 18 %. Если в рядовом угле теоретический выход концентрата зольностью 18 % составляет 41 %, то при дроблении микста до 25 мм и до 13 мм, выход концентрата согласно принятой методики расчета составляет 49,4 % и 54,4 %, соответственно. Таким образом, по данным работы [3] дроблением микста до 13 мм можно увеличить выход концентрата на 13,4 %.

Как с нашей точки зрения, так и, по мнению других исследователей, принятая методика в работе [3] несколько некорректна, практический выход концентрата после дробления будет в 1,5-2 раза меньше. Наша уточненная методика оценки результатов дробления приведена в работе [4].

В работе [5] приведен перечень необходимых зависимостей для исследования раскрываемости угля.

Оценку раскрываемости угля рассмотрим на примере фракционного состава высокзолного угля пласта В12 Ургальского месторождения. Данные фракционного состава прием согласно работе [1].

Ниже на рисунках приведены упомянутые в работе [5] зависимости, помогающие оценить возможность раскрытия угля.

Характер нижней и средней кривых на рис.1, построенных для фракций <1,3 и 1,3-1,4 т/м³ показывает, что зольность существенно снижается от крупных классов (11%) к шламам 0x2 мм (2,5%). По анализу прогиба кривых, можно заключить, что полное раскрытие чистого угля происходит в классе крупности 0,3-2 мм.

Анализ кривой, построенной для плотности фракций 1,4-1,5 т/м³ говорит о том же, только здесь снижение зольности менее значительное с 27% до 23%.

Рассмотрение кривых на рис.2, построенных для фракций <1,3 т/м³,

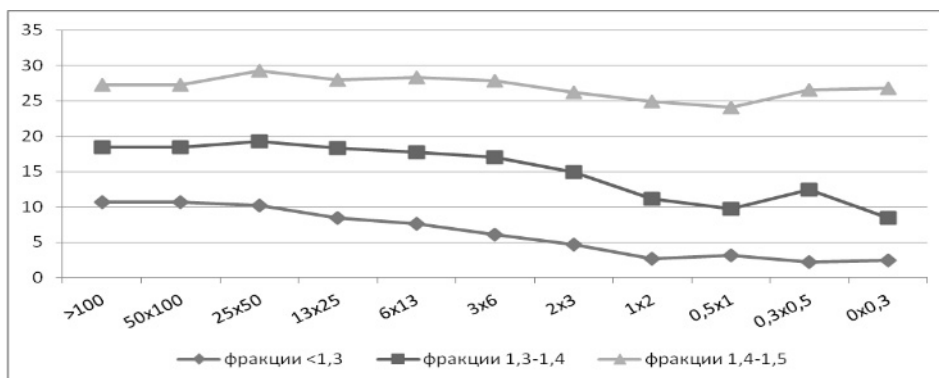


Рис. 1. Зависимости изменения зольности (%) в элементарных классах крупности для легких фракций исходного угля

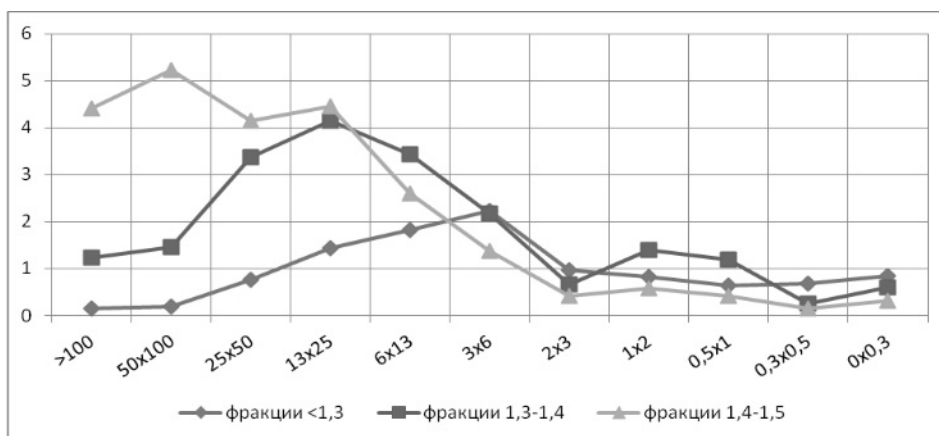


Рис. 2. Зависимости абсолютного выхода фракций к рядовому углю в элементарных классах крупности

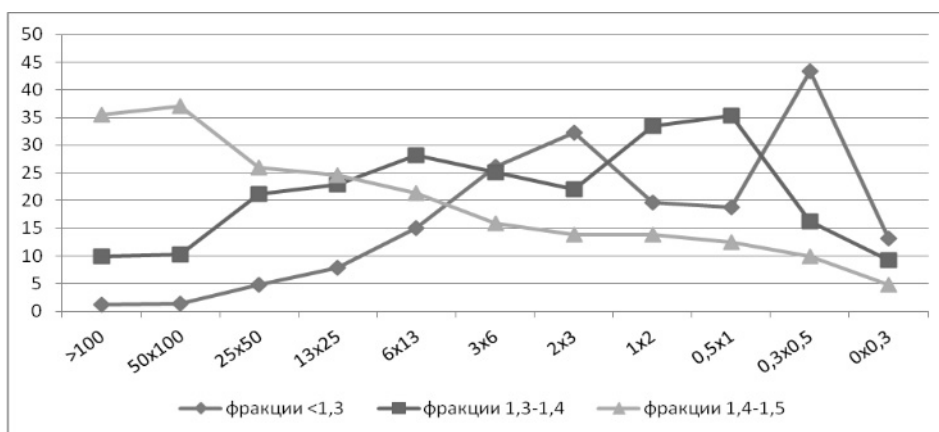


Рис. 3. Зависимости относительного выхода фракций в элементарных классах крупности

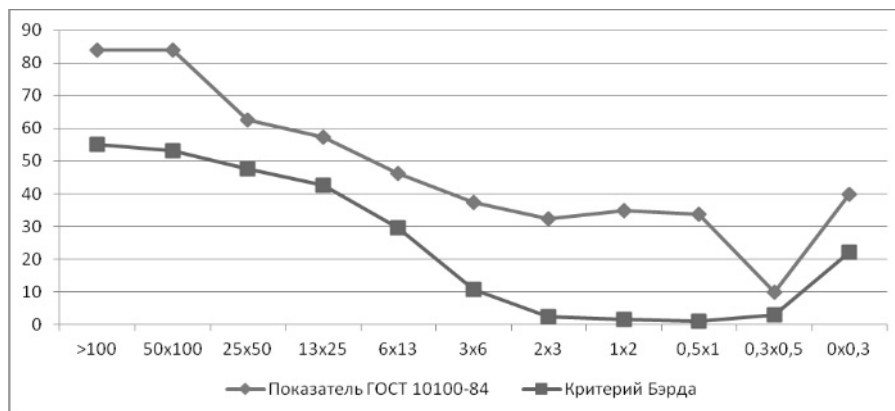


Рис. 4. Зависимость значений (%) показателя обогатимости (ГОСТ 10100-84) и критерия Бэрда для элементарных классов крупности угля пласта В12



Рис.5. Зависимость плотности разделения продуктов для элементарных классов исходного угля при зольности концентрата 18%



Рис.6. Зависимость относительного выхода концентрата зольностью 18% для элементарных классов исходного угля

показывает, что основная масса легкой фракции сосредоточена в классе 2х25 мм с максимумом в узком классе 3х6 мм. Основная доля фракции 1,3-1,4 т/м³ сосредоточена в классе 6х50 мм с максимумом в классе 13х25 мм. Содержание фракции 1,4-1,5 м³/ч в угле относительно равномерно снижается от крупных классов к мелким, достигая минимума в классе 2х3 мм.

По характеру кривых для фракции 1,3-1,4 и 1,4-1,5 т/м³ можно с уверенностью сказать, что выбор крупности дробления до 50 мм в проектной схеме ОФ «Чегдомын» сделан некорректно. При границе крупности дробления в диапазоне 13-50 мм не происходит существенного раскрытия промежуточных фракций угля. Крупность дробления угля должна быть до 13 мм и менее, чтобы раскрыть более половины сортов угля.

Анализ кривых относительного выхода легких фракций по классам крупности на рис. 3 показывает, что максимальное раскрытие угля наблюдается при крупности зерен 0,3-0,5 мм. В тонком классе 0х0,3 мм уже преобладают по массе тонкие частицы породы над частицами угля.

Следовательно, порода, как более крепкий материал по сравнению с углем, менее подвержена измельчению и способна только истираться в процессе переработки с образованием тонкодисперсного материала.

Изменение значений показателя обогатимости по ГОСТ 10100-84 и критерия Бэрда на рис.4 одинаково отображают тенденцию улучшения обогатимости угля с уменьшением классов крупности угля.

Значения показателя обогатимости по ГОСТ 10100-84 показывают очень

трудную категорию обогатимости угля для всех классов крупности кроме класса 0,3х0,5 мм, который попадает на границу категорий трудной и средней обогатимости.

Значения критерия Бэрда указывают на сверхтрудную обогатимость для угля классов более 13 мм и тонкого шлама 0х0,3 мм и легкую обогатимость для угля класса 0,3х6 мм.

По анализу изменения критерия Бэрда можно предположить, что уголь пласта В12 раскрывается при крупности менее 6 мм и, следовательно, дробить уголь необходимо до крупности менее 6 мм, чтобы существенно увеличить выход концентрата и сократить выпуск промпродукта.

Принятое в проекте ОФ «Чегдомын» дробление микста до 50 мм и, если даже предположить возможное дробление до 25 мм существенно не скажется на увеличении выхода концентрата.

Дополнительно можно рассмотреть зависимости плотности разделения угля с получением концентрата зольностью 18 % (рис.5) и относительного выхода концентрата (рис.6) для элементарных классов крупности. Характер кривых показывает, что резкий рост плотности разделения начинается с крупности 3х6 мм, для этой крупности относительный выход концентрата уже превышает 75%.

Таким образом, анализ рассмотренных зависимостей позволяет сделать вывод о том, что значимая раскрываемость угля происходит при крупности частиц менее 13 мм.

Результаты анализа раскрываемости угля Ургальского месторождения легли в основу наших рекомендаций по совершенствованию проектной схемы ОФ «Чегдомын».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Отчет по научно-исследовательской работе «Комплексное исследование обогатимости и качественной характеристики углей пластов ОАО «Ургалуголь» (часть 3, пласты В7-6 и В-12).* – Прокопьевск: СибНИИУглеобогашение, 2005.
2. *Отчет по научно-исследовательской работе «Комплексное исследование обогатимости и качественной характеристики углей пластов ОАО «Ургалуголь» (часть 3, пласты В26 и В-7).* – Прокопьевск: СибНИИ-Углеобогашение, 2005.
3. *Экспертное заключение по ТЭО (проектам) строительства ОФ «Чегдомын» ОАО «Ургалуголь».* – Люберцы: ИОТТ, 2008.
4. *Козлов В.А.* Методика по расчету продуктов дробления крупных классов угля. ГИАБ, № 2. МГУ, 2011.
5. *Козлов В.А.* Оценка раскрываемости угля Калтанского угольного разреза. Горнопромышленные ведомости, № 3(53). М, Майнинг Медиа Групп, 2012.. **ИЛАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Козлов Вадим Анатольевич — кандидат технических наук, доцент, главный технолог СЕТСО, e-mail: vak@cetco.ru.



РУКОПИСИ, ДЕПониРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ НА БУРОВЫХ РАБОТАХ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРО-ДИЗЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

(№914/08-12 от 14.05.12, 11 с.)

Ивченко И.А. — старший преподаватель,

Меркулов М.В. — доктор технических наук, профессор,

Куликов В.В. — доктор технических наук, профессор,

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе.

POWER LOADINGS ON CHISEL WORKS AND POSSIBILITY OF INCREASE OF THEIR EFFICIENCY AT THE EXPENSE OF USE OF WIND-DIESEL COMPLEXES OF POWER SUPPLY

Ivchenko I.A., Merkulov M.V., Kulikov V.V.