

Проблема кека обогатительных фабрик. Кто виноват и что делать?

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2016-10-70-73>

НОВАК Вадим Игоревич
Канд. техн. наук,
директор
Угольного департамента
ООО «Коралайна Инжиниринг»,
105005, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (495) 232-10-02,
e-mail: novak@coralina.ru

Рассмотрена проблема выхода большого количества низкозольного кека, образующегося в процессах мокрого обогащения на новых углеобогатительных фабриках, работающих без термической сушки угля. Количество и качественные характеристики кека зависят от исходной зольности рядового угля и глубины его обогащения. В данной статье предлагается решение уменьшения потерь угля с кеком, закладываемое как на стадии проектирования новой фабрики для обогащения энергетических углей, так и реализуемое в рамках действующего производства.

Ключевые слова: обогащение угля, водно-шламовая схема, глубина обогащения, обезвоживание, кек, выход концентрата, зольность, влага, потери угля.

В период кризиса перепроизводства и низких цен на уголь особое значение стало уделяться эффективности обогащения, снижению себестоимости концентрата и снижению производственных потерь с целью повышения выхода товарной продукции без увеличения объемов переработки.

Современные углеобогатительные фабрики должны проектироваться с учетом максимально возможного извлечения горючей массы из рядового угля. Это возможно осуществить только при использовании наиболее эффективных мокрых процессов обогащения. Высокоэффективные процессы тяжелосреднего обогащения, отсадки гидравлической классификации и флотации позволяют получать низкозольные продукты, при этом обеспечивая высокое извлечение и минимальные потери угля с отходами обогащения. Однако глубокое (до «нуля» мм) мокрое обогащение угля при очевидных преимуществах в достижении качественно-количественных характеристик процесса имеет и недостатки, одним из которых является высокая влажность общего концентрата, что предполагает строительство

сушильно-топочных отделений для термической сушки угля. Применение в структуре обогатительных фабрик сушильно-топочных отделений существенно увеличивает капитальные затраты на строительство ОФ, стоимость сушки сопоставима со стоимостью строительства главного корпуса фабрики. Себестоимость обогащения на фабриках с термической сушкой на 50% выше, чем на фабриках с механическим обезвоживанием. Проектировщики стараются найти оптимальные решения в выборе технологической схемы фабрики, ее водно-шламовой схемы, обосновать рациональный выбор глубины обогащения, учесть шламообразование в схеме, выполнить сравнительный анализ технико-экономических показателей различных схем обезвоживания тонкого угольного концентрата. На основании проведенного анализа выбираются глубина обогащения и оптимальная схема обезвоживания угольного шлама с учетом сегодняшнего уровня развития технических возможностей обогащения и сформировавшихся на рынке цен на это оборудование.

Общепринятой практикой при обогащении углей коксующихся марок является принятие глубины обогащения до «нуля» с применением процесса флотации, который позволяет обеспечить такую глубину обогащения. Процесс флотации дорогой и его применение на обогатительных фабриках предполагает значительные капитальные и эксплуатационные затраты, которые составляют до 30% в себестоимости переработки. Тем не менее **такие затраты оправданы при достаточно высокой стоимости коксующихся концентратов (более 5 тыс. руб. за 1 т).**

При обогащении углей энергетических марок из-за более низкой стоимости концентратов на современных углеобогатительных фабриках ограничиваются глубиной обогащения 0,2 и более мм. **Флотация на энергетических фабриках не применяется, так как она экономически нецелесообразна.**

Наибольшую долю влаги в общий концентрат обогатительной фабрики привносит угольный шлам крупностью 0-0,2(0,5) мм. Частицы такой крупности обладают развитой площадью поверхности и системой каналов между частицами. Чем тоньше шлам, тем на его поверхности удерживается большее количество влаги за счет сил межмолекулярного (адсорбционного) взаимодействия. Повышенное содержание влаги в шламовых угольных концентратах и увеличение их доли в общем концентрате приводят к повышению влажности общего товарного энергетического концентрата и снижению его теплопроводной способности при сжигании. Излишняя влага

создает проблемы при транспортировке и разгрузке транспортных средств из-за смерзания угля в зимнее время года, приводит к увеличению транспортных затрат на перевозку излишней воды, содержащейся в продукте.

Традиционными механическими способами обезвоживания продукта шламовой крупности являются такие процессы, как центрифугирование, фильтрование с использованием вакуума (вакуум-фильтры) или избыточного давления (камерные фильтр-прессы, гипербар-фильтры). Выбор способа обезвоживания зависит от размера частиц обезвоживаемого шлама.

На новых энергетических фабриках, построенных в последнее время в Кузбассе, обычно принимается глубина обогащения 0,2 или 0,3 мм. Шлам крупностью 0-0,2(0,3) мм не обогащается и в процессе осветления оборотной воды в сгустителях переходит в осадок, который при обезвоживании становится кеком фильтр-прессов. Как показала практика работы новых обогатительных энергетических фабрик, существует проблема утилизации кека. Этот шламовый продукт имеет относительно невысокую зольность (близкую к золе рядового угля) и высокую влагу после обезвоживания, которые не позволяют его присоединить к общему энергетическому концентрату фабрик.

К нам регулярно поступают запросы на сушку кека. Действительно, если снизить влажность кека до 10-15%, то проблема будет решена. Различными компаниями разрабатываются альтернативные сушильные аппараты: микроволновая, инфракрасная, сушка горячими поверхностями, сорбентами и т.д. Однако **на сегодняшний день не существует экономически целесообразного и опробованного в промышленном масштабе способа сушки кека**. Основные аппаратные проблемы: сверхвысокие затраты электроэнергии и липкая консистенция кека, не позволяющая сушить этот продукт.

Мы предлагаем решить технологическую проблему за счет обогащения класса 0-0,2 мм с получением продукта кондиционной влажности и зольности, который может быть присоединен к концентрату. Для исследования обогатимости кека была взята проба с одной из фабрик, обогащающей энергетические угли (ОФ «Калтанская-Энергетическая»). Технология данной фабрики является типичной по глубине обогащения и набору технологических операций. В исследовательской лаборатории ООО РПБ «КузбассСервис» были выполнены ситовый и фракционный анализы пробы кека (табл. 1, 2).

В лаборатории были выполнены тесты по гидроклассификации шлама класса 0-0,2 мм и обогащение в семивитковых спиральных сепараторах (рис. 1, 2, 3).

Из полученной пробы угольного шлама класса 0-0,2 мм была приготовлена пульпа с содержанием твердого 45 г/л, что соответствует плотности слива гидроциклонов первой стадии, которая использовалась в испытаниях работы гидроциклонов диаметром 50, 75 (ГЦЗВ) и 150 мм.

Наилучшие результаты классификации шлама получены при проведении исследований на гидроциклонах ГЦЗВ. Результаты опробования продуктов гидроциклона представлены в табл. 3, 4, 5.

Таблица 1

Гранулометрический состав кека

Класс, мм	Выход, %	A ^d , %	Суммарно	
			Выход, %	A ^d , %
+0,5	7,1	11	7,1	11
0,2-0,5	22,9	13	30	12,5
0,04-0,2	43,8	15,7	73,8	14,4
0,03-0,04	3,2	20,5	77	14,7
0,02-0,03	0,5	18,7	77,5	14,7
0-0,02	22,5	32	100	18,6
Итого	100	18,6	-	-

Таблица 2

Фракционный состав класса 0,03-0,2 мм

Плотность фракции, кг/м ³	Выход к классу, %	Выход от исходного, %	A ^d , %	Суммарно	
				Выход, %	A ^d , %
-1400	45,7	20	8,45	45,7	8,4
1400-1500	29,9	13,1	9,41	75,6	8,8
1500-1600	10,1	4,4	11,23	85,7	9,1
1600-1800	4,4	1,9	24,92	90	9,9
+1800	10	4,4	68,28	100	15,7
Всего	100	43,8	15,7	-	-

Таблица 3

Гранулометрический состав питания ГЦЗВ

Классы крупности, мм	Выход классов, %	Зольность, %	Суммарный выход надрешетного продукта, %
> 0,2	19,4	10,1	18,4
0,05-0,2	28,6	10,6	45,9
0,03-0,05	17,4	14,5	59,5
0-0,03	34,6	30,2	100
Всего	100	18	-

Таблица 4

Пески ГЦЗВ (содержание твердого – 208 г/л)

Классы крупности, мм	Выход классов, %	Зольность, %	Суммарный выход надрешетного продукта, %
> 0,2	79,7	8,7	79,7
0,05-0,2	6,4	17,3	86,0
0,03-0,05	6,7	24,6	92,7
0-0,03	7,3	39,8	100
Всего	100	12,6	-

Таблица 5

Слив ГЦЗВ (содержание твердого – 16,7 г/л)

Классы крупности, мм	Выход классов, %	Зольность, %	Суммарный выход надрешетного продукта, %
> 0,2	0,2	8,7	0,2
0,05-0,2	6,2	15,3	6,4
0,03-0,05	8,2	22,6	17,2
0-0,03	85,4	30	100
Всего	100	28,4	-

Таким образом, при установке гидроциклонов ГЦЗВ получим баланс продуктов, приведенный в табл. 6.

В результате проведенных исследований, основываясь на передовых технологиях в углеобогащении и имеющемся опыте в области обогащения угольных шламов, «Коралайна Инжиниринг» предлагает применить в тех-

Баланс продуктов ГЦЗВ

Продукты ГЦЗВ	Содержание твердого, г/л	Нагрузка по пульпе, м ³ /ч	Нагрузка по твердому, т/ч	Выход, %	Зольность, %
Пески	208	207	43,1	68,47	12,6
Слив	17	1187,4	19,8	31,53	28,4
Питание	45	1394,4	62,9	100	18



Рис. 1. Установка для исследования угольного шлама на спиральных сепараторах и классификационных гидроциклонах



Рис. 2. Испытания классификационных гидроциклонов



Рис. 3. Работа классификационного гидроциклона ГЦЗВ

нологической схеме ОФ дополнительную стадию гидроклассификации шлама класса 0-0,2 мм с выделением из него машинного класса 0,03-0,2 мм.

Для реализации этого технологического предложения необходимо:

- установить в технологической схеме блок классификационных гидроциклонов ГЦЗВ. Весь шлам крупностью 0-0,2 мм, направляемый сейчас в сгустители, будет направляться на классификацию в гидроциклоны ГЦЗВ с делением шлама по зерну 0,03 мм. Пески гидроциклонов класса 0,03-0,2 мм имеют зольность ниже, чем зольность исходного шлама класса 0-0,2 мм, что позволит присоединить их к концентрату;

- в связи с тем, что существующие фильтрующие шнековые центрифуги не позволяют уловить уголь крупностью менее 0,2 мм и большая часть класса 0,03-0,2 мм в шнековых центрифугах уходит в фугат, который далее идет в сгуститель, необходимо установить осадительно-фильтрующие центрифуги, которые позволяют уловить **весь** тонкий материал крупностью до 0,03 мм. Предлагается также во вновь установленных осадительно-фильтрующих центрифугах производить обезвоживание

совместно песков гидроциклонов ГЦЗВ и концентрата существующих четырехвитковых спиральных сепараторов класса 0,2-1 мм.

Центрифуги ОФЦ типоразмера 44×132 обеспечат производительность до 80 т/ч на одну машину и позволят получить внешнюю влагу осадка (концентрата) до 10%. Зольность концентрата класса 0,03-1 мм будет 11%. В результате **выход концентрата на фабрике увеличится на 8,3%**.

Альтернативным вариантом для вышеописанного предложения является флотация, позволяющая обогащать весь шлам 0-0,2 мм. На современных энергетических фабриках флотация не применяется, так как ее установка не окупает капитальные и повышенные эксплуатационные расходы по флотации и обезвоживанию флотоконцентрата, которые доходят до 30% себестоимости процесса обогащения. Кроме того, в любом случае, влажность флотоконцентрата после обезвоживания на камерных фильтр-прессах или вакуум-фильтрах будет составлять 20-30%, что значительно выше, чем влага осадка осадительно-фильтрующих центрифуг (10%) и не всегда позволяет выполнять требования потребителей по влаге.

Мы благодарим ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» и ОФ «Калтанская-Энергетическая» за сотрудничество в поиске решения сложной и злободневной проблемы тонких отходов обоганительных фабрик. К сожалению, универсального решения данной проблемы не существует, так как угли имеют различные характеристики по гранулометрическому составу и зольности. Тем не менее надеюсь, что рассмотренное решение с выделением дополнительного машинного класса 0,03-0,2 мм с возможностью его обогащения в семивитковых спиральных сепараторах будет полезно предприятиям отрасли, для которых проблема кека является актуальной. Исследования по классификации и обогащению тонких шламов (кека) можно провести на пилотной установке в г. Мыски. Видео испытаний можно посмотреть на канале CETSOchannel на Youtube.

UDC 622.765:622.767:622.333:622.794.3 © V.I. Novak, 2016
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) •
Ugol' – Russian Coal Journal, 2016, № 10, pp. 70-73

Title

CAKE ISSUE IN COAL PREPARATION PLANTS. WHO IS TO BLAME AND WHAT TO DO?

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2016-10-70-73>

Author

Novak V.I.¹

¹ "Coralina Engineering", LLC, Moscow, 105005, Russian Federation

Authors' Information

Novak V.I., PhD (Engineering), Director Coal Department,
tel.: +7 (495) 232-10-02, e-mail: novak@coralina.ru

Abstract

The issue of high low-ash cake yield during wet coal washing, deployed by new coal preparation plants, applying no coal thermal drying. Cake amount and quality depend on unscreened coal initial ash content and cleaning depth. The present article proposes the solution for reduction of coal losses with cake; this solution shall be accounted for during the new power generating coal preparation plant engineering and implemented during production.

Keywords

Coal preparation, Water – slurry circuit, Cleaning depth, Dewatering, Cake, Concentrate yield, Ash content, Moisture, Coal losses.

Поздравляем!

ЕРЕМИН Николай Сергеевич

(к 60-летию со дня рождения)

25 сентября 2016 г. исполнилось 60 лет горному инженеру, руководителю и организатору горного производства, полному кавалеру знака «Шахтерская слава», советнику директора Угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау» Николаю Сергеевичу Еремину!

Николай Сергеевич родился в пос. Чистое Нижегородской области. Высшее образование получил в Ленинградском горном институте им. Г.В. Плеханова, который закончил по специальности «Технология и комплексная механизация разработки полезных ископаемых» с квалификацией «Горный инженер». Свою карьеру в угольной отрасли он начал в 1982 г. в производственном объединении «Воркутауголь» на шахте «Заполярная».

С 1989 г. Н.С. Еремин занимал руководящие должности на угледобывающих предприятиях России. С 2006 г. он поднимал сложные угольные предприятия Украины. Руководил шахтами «Днепровская» и «Степная», шахтоуправлением «Першотравенское».

С 2013 г. Н.С. Еремин руководил одной из крупнейших шахт Донбасса «Комсомолец Донбасса», где провел реконструкцию обогатительной фабрики с внедрением самых современных технологий и оборудования. В сложные для восточного Донбасса времена он сохранил коллектив, шахту, смог восстановить ее после разрушений и затоплений, в 2015 г. вывел на прежний уровень добычи.

Вернувшись в Россию, Н.С. Еремин работал директором шахты АО «Донуголь» в Ростовской области. В 2016 г. стал советником директора Угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау».



Коллектив ООО «Коралайна Инжиниринг», редколлегия и редакция журнала «Уголь» от всей души поздравляют Николая Сергеевича Еремина с юбилеем, желают ему дальнейших профессиональных успехов и шахтерских побед, новых интересных возможностей для самореализации, семейного счастья и благополучия!