

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ КРУПНОЗЕРНИСТОГО ШЛАМА

Самойлик В. Г., доцент, к.т.н., ГОУ ВПО «ДонНТУ»,
Романько М. А., студентка группы ОПИ-15 ГОУ ВПО «ДонНТУ».
эл. адрес samoylik@donntu.org

Аннотация. Проведен анализ существующих методов обогащения крупнозернистого угольного шлама. Отмечены их достоинства и недостатки. Рекомендовано применение гидросайзеров для переработки крупнозернистого шлама

Ключевые слова: крупнозернистый шлам, винтовой сепаратор, гидросайзер, концентрационный стол, отсадочная машина, тяжелосредный гидrocиклон

Annotation. The analysis of the existing methods of enrichment of coarse-grained coal slurry. Their advantages and disadvantages are noted. Recommended usage of hydrosizer for processing of coarse sludge

Key words: coarse sludge, screw separator, hydrosizer, shaking table, jigging machine, hydrocyclone

Целью данной статьи является рассмотрение общей характеристики крупнозернистого шлама и обзор существующих решений и методов по его переработке.

Обработка шламов является важнейшим звеном в технологических схемах углеобогащательных фабрик. Увеличение содержания мелких и тонких классов в добытом угле в значительной мере способствует большому шламообразованию. Проблема переработки шлама в последние годы является одной из самых актуальных.

Как правило, шламом называется продукт крупностью 0-0,5 мм, полученный в результате мокрого обогащения. В зависимости от физико-химических свойств угля и породы, а также технологии добычи в исходном угле содержится от 5 до 25% шламов крупностью менее 0,5 мм. Кроме того, в процессе переработки угля образуется до 8% шлама. В итоге, с учетом частиц крупностью до 2 (3) мм, количество шламов, циркулирующих в технологической схеме фабрики, может составлять до 45% от объема перерабатываемого сырья.

В настоящее время относительно крупнозернистые шламы (0,1-3,0 мм) обогащаются главным образом гравитационными методами, а тонкие шламы (крупностью -0,1 мм) – флотацией.

Опыт обработки шламовых продуктов показывает, что для обогащения антрацитового штыба и крупнозернистого шлама применяют следующие технологические операции: обогащение на концентрационных столах, в шламовых отсадочных машинах, в тяжелосредних циклонах, на винтовых и конусных сепараторах. Рассмотрим каждый из этих способов по отдельности.

Обогащение на винтовых сепараторах. Закономерность применения винтовых сепараторов базируется на низких эксплуатационных затратах при достаточно высокой эффективности разделения исходного угля на фракции различных плотностей, особенно при выделении высокозольных тяжёлых фракций. Можно утверждать, что это наименее затратное оборудование, применяемое в гравитационных процессах обогащения. В нем отсутствуют подвижные части, приемники электроэнергии, не используются реагенты и другие расходные материалы, а процесс разделения происходит при самотеке материала по криволинейной поверхности в результате действия различных по природе сил. Винтовой сепаратор (рис. 1) состоит из одного или нескольких спиральных лотков, поддерживаемых центральной колонной.

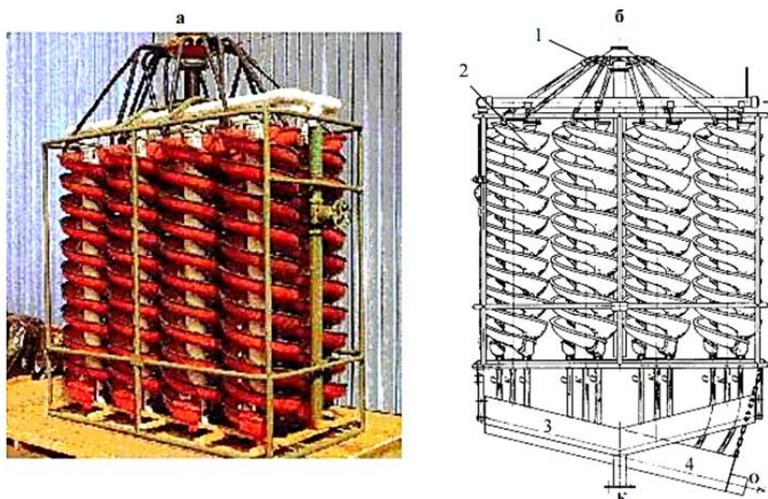


Рис. 1. Винтовой сепаратор:
а – общий вид; б – схема устройства;
1 – распределитель питания; 2 – винтовой желоб; 3 – желоб для разгрузки концентрата; 4 – желоб для разгрузки отходов;
К – концентрат; О – отходы

При движении пульпы по спирали частицы разного размера и плотности под воздействием системы сил (тяжести, трения, центробежной и др.) начинают двигаться по разным траекториям. При этом частицы с меньшей плотностью (легкие) будут выноситься наружу к внешнему борту желоба, частицы с большей плотностью (тяжёлые) концентрируются ближе к оси спирали (рис. 2).

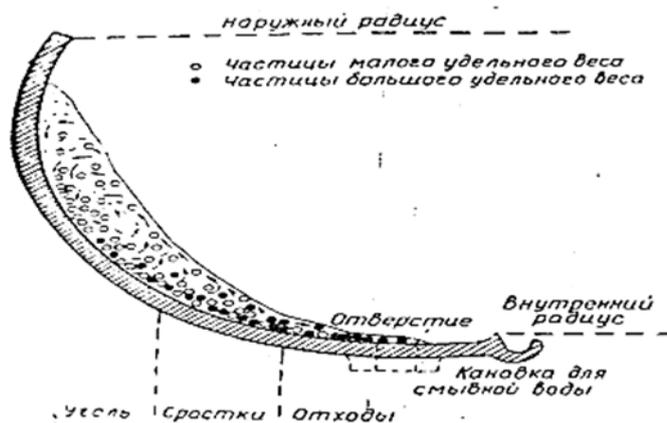


Рис. 2. Поперечное сечение жёлоба винтового сепаратора

Простота и широкий диапазон регулировок винтовых сепараторов позволяет получить низкозольный зернистый материал. К относительным недостаткам работы винтовых сепараторов относится низкая степень концентрации ценного компонента. Недостатком винтовых сепараторов и шлюзов является также низкая эффективность обогащения руд и россыпей с большим содержанием сростков извлекаемых минералов с породой.

Обогащение в гидросайзерах. Применение гидросайзера является решением отмеченных выше проблем, поскольку последние обеспечивают высокоэффективное извлечение угольной фракции крупностью до 3 мм. Метод сочетает относительно низкие капитальные и эксплуатационные затраты с простым, автоматическим режимом работы. Гидросайзер (TBS) представляет собой сепаратор с принудительным осаждением, состоящий из цилиндрической камеры для стока воды с параллельными стенками. В установке используется восходящий поток воды, создающий взвешенный слой в ёмкости. Через верхнюю часть в гидросепаратор непрерывно загружается исходный уголь в виде пульпы с содержанием 40-60% твердой фазы по массе (рис. 3). Оптимальное содержание твердой фракции – 600 г/л (50%) – достигается за счет обработки исходного материала в гидроциклоне. По мере попадания частиц в восходящий поток воды происходит их разделение. Твёрдая фаза в Гидросайзере (TBS) разделяется таким образом, что более крупные (или тяжёлые) частицы концентрируются в нижней части сепаратора, а тонкодисперсные (легкие) частицы – в верхней части. Таким образом, взвешенный слой образуется на подложке из тяжёлых фракций, которая поддерживает слой более легкой фракции – угля. Вновь поданные порции исходного материала вытесняют мелкую и легкую фракции угля через слив гидросепаратора в сливной желоб.

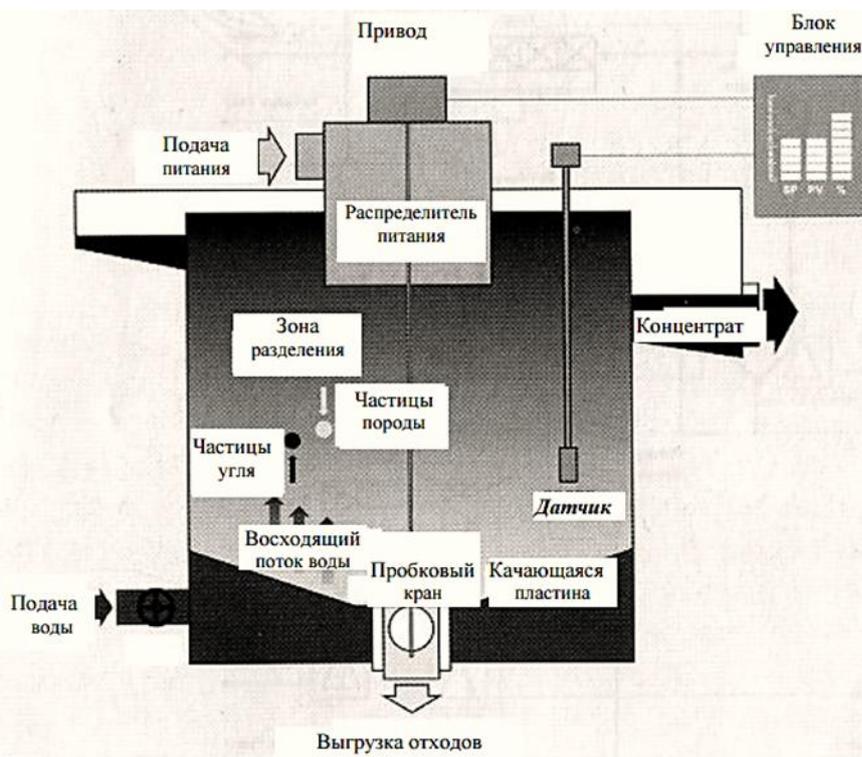


Рис. 3. Принципиальная схема Гидросайзера

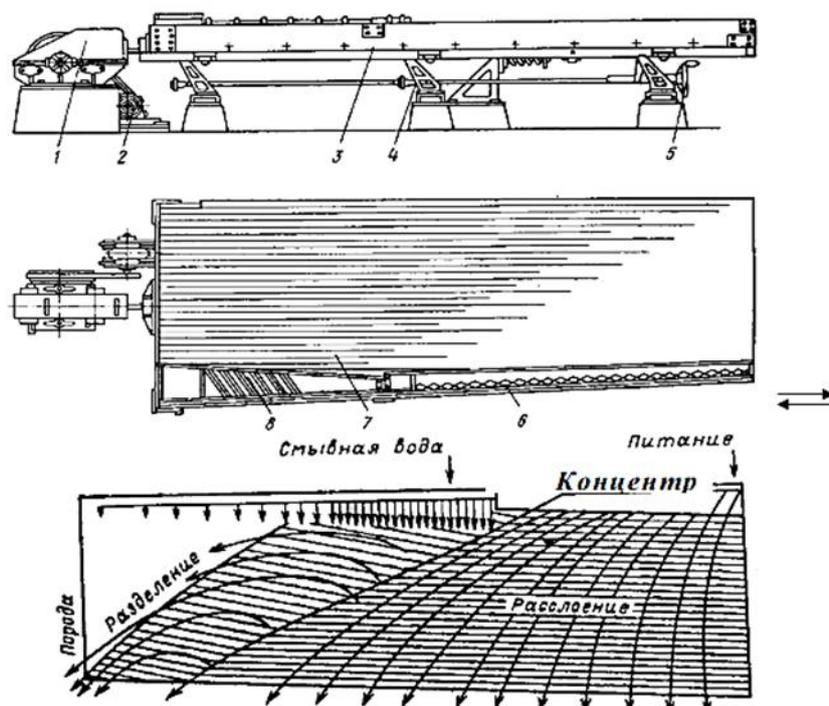
Достоинства гидросайзеров: относительная простота устройства, возможность обогащения углей по низкой плотности разделения менее 1500 кг/м^3 , возможность автоматического регулирования плотности разделения, относительно высокая удельная производительность. Недостатки: низкая эффективность обогащения углей трудной обогатимости, потребность в чистой оборотной воде для обеспечения процесса обогащения, узкий класс крупности частиц, эффективно обогащаемых в одном аппарате.

Обогащение на концентрационных столах. Концентрационные столы отлично зарекомендовали себя (с точки зрения технологии) при обогащении мелких классов углей и антрацитов. На рис. 4 представлена схема концентрационного стола.

Концентрационные столы относятся к самому гибкому гравитационному оборудованию, которое может быть установлено на действующих или новых углеобогатительных фабриках.

В зарубежной практике концентрационные столы используются в операции обогащения угольных шламов крупностью $0,2-3(6) \text{ мм}$ с высоким содержанием серы. Погрешность E_{pm} работы концентрационных столов при обогащении коксующихся углей крупностью менее 3 мм при плотностях разделения $1550-2000 \text{ кг/м}^3$ составляет $100-150 \text{ кг/м}^3$. При всех достоинствах концентрационные столы обладают следующими недостатками. Эти аппараты, во-первых, чувствительны к колебаниям гранулометрического и фракци-

онного составов исходного продукта. Во-вторых, столы сложны в наладке, эксплуатации и ремонте.



Рису. 4. Схема концентрационного стола:

а – устройство; б – принцип работы;

1 – приводной механизм; 2 – двигатель; 3 – дека; 4 – роликоопоры;
5 – регулировочный винт; 6 – желоб для воды; 7 – рифли; 8 – загрузочный желоб

Тяжелосредние гидроциклоны применяются для обогащения углей с нижним пределом крупности 0,5 мм, в ряде случаев – 0,1 мм. Значение погрешности разделения E_{pm} для угля крупностью 0,1-0,5 мм составляет 130-170 кг/м³.

Достоинства технологии обогащения углей в тяжелосредних гидроциклонах: относительно высокая точность разделения; эффективное обогащение углей трудной и очень трудной обогатимости; высокая точность регулирования плотности разделения.

Недостатки: относительно высокие эксплуатационные затраты (главным образом на электроэнергию и магнетит); необходимость регенерации магнетитовой суспензии, что усложняет технологическую схему.

Отсадочные машины для обогащения шламов получили широкое распространение в практике обогащения всех типов энергетических углей и коксующихся углей легкой и средней обогатимости благодаря следующим преимуществам:

1. Универсальность: возможность эффективного обогащения углей различного фракционного и гранулометрического составов в широком диапазоне их марочной принадлежности, целевого назначения и обогатимости.

2. Высокая производительность: удельная производительность составляет 5-20 т/ч на 1 м² рабочей площади отсадочной машины.

3. Относительно низкая энергоемкость процесса.

По сравнению с другими методами гравитационного обогащения угля отсадка отличается относительной простотой, дешевизной и универсальностью. Но для обогащения тонких шламов эффективность ее применения относительно низкая. Погрешность разделения для класса 0,5-1 мм составляет 170 кг/м³, а для класса 0,1-0,5 мм – 230 кг/м³.

Таким образом, применяемое в настоящее время оборудование для обогащения угольного шлама не всегда обеспечивает решение поставленной задачи, в связи с небольшой производительностью (винтовые сепараторы, концентрационные столы) или недостаточной эффективностью разделения (отсадочные машины).

По нашему мнению, применение гидросайзеров является оптимальным вариантом, поскольку они обеспечивают высокоэффективное извлечение угольной фракции крупностью до 3 мм. Гидросайзеры (TBS) эффективны в работе, имеют низкие значения E_{pm} по сравнению с другими процессами разделения, полностью автоматизированы и, к тому же, срок службы Гидросайзера (TBS) составляет в среднем 20 лет, тогда как винтовые сепараторы требуют замены уже через 3-5 лет.

Метод сочетает относительно низкие капитальные и эксплуатационные затраты с простым, автоматическим режимом работы.

Литература

1. Развитие метода качающейся постели в обогащении угольных шламов / В. А. Козлов, В. И. Новак. – ГИАБ, № 6. МГГУ, 2010. – С. 99-106.
2. Справочник по обогащению углей / Под ред. И.С. Благова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1984. – 614 с.
3. Гидросайзер: Рекламный проспект. – Лондон: Компания Mineral Engineering.
4. Иващенко Г. В., Самойлик В. Г. Конструктивные особенности сепаратора CROSSFLOW. Фундаментальные и прикладные проблемы в горном деле: Материалы всероссийской научно-практической конференции. Междуреченск, 25 февраля 2016 г. – С. 114-115.