

АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ, СОСТАВА И СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАМОВ УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Наведено результати лабораторних досліджень, спрямованих на визначення об'ємів та складу шламів вуглезбагачувальної фабрики «Свердловськ». Запропоновано спосіб збагачення вугільних відходів.

ANALYSIS OF VOLUMES, COMPOSITION AND PROCESSING METHODS OF COAL WASTES OF CONCENTRATING MILLS

The results of laboratory researches, directed on determination of volume and composition of coal wastes of concentrating mill «Sverdlovsk» are given. Method of enriching of coal wastes are offered.

Отходы химической, металлургической, горнодобывающей, угольной промышленности часто представляют собой ценное минеральное сырье. На территории Украины сосредоточено большое количество отходов углеобогажительных фабрик. В отдельных областях накоплено такое огромное количество промышленных отходов, что вопросы их утилизации превратились в серьезную экономическую и экологическую проблемы. В Донецкой области находится более 170 тыс. тонн балансовых шламов с зольностью не более 45%, забалансовых первой категории – более 13,5 млн. тонн с зольностью не более 60% и забалансовых второй категории – более 14,5 млн. тонн с зольностью 70-75 % [1]. Именно несовершенная технология обогащения угля приводит к складированию минерального сырья в шламохранилищах. В связи с этим Министерством образования и науки Украины принята научно-техническая программа "Розробка технологій видобутку та збагачення сировинних матеріалів для металургійного виробництва, в тому числі з використанням відходів виробництва".

Целью данной работы является анализ запасов шламовых отходов и существующих разработок средств и рекомендаций для извлечения угля с максимальной эффективностью.

Для достижения цели необходимо провести анализ объемов и состава шламов углеобогажительных фабрик Украины. В ИГТМ НАН Украины постоянно ведутся исследования, направленные на изучение данного вопроса. Для этого было произведено апробирование шламохранилищ обогажительных фабрик «Кураховская», «Засядько», «Комендантская», «Свердловская», «Луганская», «Черврноградская» и др. В ходе экспериментов было установлено содержание угля и золы в различных точках шламонакопителя с целью определения перспективности их разработки. Критерием оценки принимается допустимое содержание золы в шламе после переработки (в концентрате 20-22 %) с максимальным содержанием извлеченного угля (35-40 %).

В качестве примера приведены данные анализа шламов в нескольких точках отбора шламонакопителя ЦОФ «Свердловск» (табл. 1-4).

Таблица 1 – Характеристика пробы в точке 1 с зольностью исходного продукта $A^d = 53,88\%$

№ п/п	Классы крупности, мм	Выход класса, γ , %	Зольность класса, A^d , %	Содержание золы в классе, C_z , %	Содержание угля в классе, C_y , %
1	+2,5-5,0	2,98	51,15	1,52	1,46
2	+1,6-2,5	3,75	50,57	1,90	1,85
3	+1,0-1,6	6,84	53,04	3,63	3,21
4	+0,63-1,0	9,51	47,69	4,54	4,98
5	+0,315-0,63	36,22	51,75	18,74	17,48
6	+0,2-0,315	11,19	53,71	6,01	5,18
7	+0,1-0,2	15,37	49,09	7,55	7,83
8	+0,05-0,1	5,55	51,88	2,88	2,67
9	0-0,05	8,59	59,37	5,1	3,49
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 51,86$	$\Sigma = 48,14$

Таблица 2 – Характеристика пробы в точке 2 с зольностью исходного продукта $A^d = 47,33\%$

№ п/п	Классы крупности, мм	Выход класса, γ , %	Зольность класса, A^d , %	Содержание золы в классе, C_z , %	Содержание угля в классе, C_y , %
1	+2,5-5,0	0,37	30,16	0,11	0,26
2	+1,6-2,5	1,71	52,98	0,91	0,80
3	+1,0-1,6	3,74	38,64	1,45	2,30
4	+0,63-1,0	7,82	35,61	2,79	5,04
5	+0,315-0,63	31,99	35,66	11,41	20,58
6	+0,2-0,315	21,87	48,35	10,58	11,30
7	+0,1-0,2	17,17	56,05	9,62	7,55
8	+0,05-0,1	8,01	53,76	4,306	3,70
9	0-0,05	7,32	59,35	4,344	2,98
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 45,5$	$\Sigma = 54,5$

На основе полученных данных можно сделать вывод, что уголь распределяется по классам крупности не равномерно и составляет около 50% в данных пробах. Таким образом, данное шламохранилище является перспективным для дальнейшего дообогащения. Для комплексного анализ отходов обогатительных фабрик был предложен метод определения ситового состава и запасов угля в шламохранилище [2], который позволяет оценить запасы как по площади, так и по объему.

Таблица 3 – Характеристика пробы в точке 3 с зольностью исходного продукта $A^d = 49,32\%$

№ п/п	Классы крупности, мм	Выход класса, γ , %	Зольность класса, A^d , %	Содержание золы в классе, C_z , %	Содержание угля в классе, C_y , %
1	+2,5-5,0	2,88	43,21	1,24	1,64
2	+1,6-2,5	2,57	52,09	1,34	1,23
3	+1,0-1,6	5,61	51,12	2,87	2,74

4	+0,63-1,0	14,51	37,48	5,44	9,07
5	+0,315-0,63	53,96	44,49	24,0	29,95
6	+0,2-0,315	7,74	44,15	3,42	4,32
7	+0,1-0,2	5,69	53,82	3,06	2,63
8	+0,05-0,1	1,84	60,30	1,11	0,73
9	0-0,05	5,2	71,12	3,70	1,5
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 46,18$	$\Sigma = 53,82$

Таблица 4 – Характеристика пробы в точке 4 с зольностью исходного продукта $A^d = 44,65 \%$

№ п/п	Классы крупности, мм	Выход класса, γ , %	Зольность класса, A^d , %	Содержание золы в классе, C_z , %	Содержание угля в классе, C_y , %
1	+2,5-5,0	2,09	44,01	0,92	1,17
2	+1,6-2,5	3,63	33,25	1,21	2,42
3	+1,0-1,6	13,95	38,41	5,36	8,59
4	+0,63-1,0	44,87	44,99	20,18	24,68
5	+0,315-0,63	25,32	51,39	13,01	12,31
6	+0,2-0,315	4,78	49,66	2,37	2,41
7	+0,1-0,2	2,59	50,79	1,32	1,28
8	+0,05-0,1	1,03	61,83	0,64	0,39
9	0-0,05	1,74	70,24	1,22	0,52
		$\Sigma = 100,0$		$\Sigma = 46,23$	$\Sigma = 53,77$

Над идеей переработки угольных отходов работают многие ученые и специалисты. Можно выделить наиболее перспективные направления совершенствования процесса обогащения углей:

1. Усовершенствование схемы полного цикла обогащения. В последнее время большое внимание уделяется поиску новых технологий переработки угля, при которых отходы будут минимальны. Выделяются следующие тенденции: повсеместный переход на обогащение рядового угля более узким машинным классам; повышение роли флотации при обогащении тонкозернистых шламов; переход на компьютерное управление качеством выпускаемой продукции; складирование сыпучих отходов обогащения на терриконах предлагается вести аналогично строительству дамбы (отсыпка ведется от периферии к центру); подготовку углеобогачительных фабрик к проведению технологического аудита; увеличения объемов средств, связанных с решением экологических аспектов переработки полезных ископаемых [3].

2. Создание методов дообогащения шламов. Институтом «УкрНИИУглеобогащение» разработаны технологии обогащения шламов с использованием трехпродуктивного циклон-сепаратора ЦС-500/360, на которой продукты разделения имеют зольность после обезвоживания: концентрат–23-30%, отходы – 70-83%. [4]. Проведены исследования процессов, протекающих при работе сгустителей и разработано многофункциональное устройство для переработки угольных шламов. Аппарат состоит из нескольких одинаковых секций, в которых происходит: осаждение и накопление частиц твердого материала

крупностью более 3 мкм; осаждение частиц крупностью менее 3 мкм и осветление; обезвоживание материала. После указанных операций отходы транспортируются на породный отвал [5].

3. Утилизация отходов углеобогажительных фабрик. НМетАУ разработан комплекс переработки отходов углеобогащения путем включения системы газификации в цикл парогазовой установки. Схему установки можно разбить на следующие модули: газификация и утилизация физического тепла продуктов газификации; очистка газа от золы уноса; очистка газа от соединений серы и их утилизация; газотурбинный цикл; паротурбинный цикл. Комплекс обеспечивает практически полную утилизацию побочных продуктов и предотвращает поступление загрязняющих веществ в окружающую среду [6]. Учеными лаборатории ресурсосберегающих технологий НИИМ и ПМ ЮФУ (Россия) разработаны, исследованы и применены на практике технические и технологические решения использования отходов добычи и сжигания углей для производства различных видов продукции: инертные заполнители; тяжелые и легкие бетоны; ячеистые бетоны; мелкозернистые бетоны; строительные и тампонажные растворы, обладающие коррозионной стойкостью и гидроизоляционной способностью; активированные малоклинкерные тонкомолотые вяжущие, обладающие повышенной коррозионной стойкостью; сыпучие теплоизоляционные материалы; керамические материалы; нерудные материалы для дорожного строительства; закладочные материалы, сыпучие и твердеющие [7].

Данная работа посвящена процессу переработки угольных шламов. Однако для дообогащения требуется оборудование, которое будет эффективно работать с горной массой крупностью 40-50 микрон. Результаты лабораторных исследований указывают на возможность получения угольного концентрата из высокзолного шлама без применения специальных методов флотации. Институтом геотехнической механики им Н.С. Полякова НАН Украины было предложено перерабатывать угольные отходы с использованием вибрационного грохота для тонкой классификации.

Классификация пульп имеет ряд трудностей, которые вызваны размером частиц, наличием жидкости и глинистых включений в угольных отходах. В настоящее время грохоты для тонкой классификации пульп на Украине серийно не выпускаются. Разработки по созданию технологий и оборудования для обогащения тонких классов и дообогащения отходов угледобывающей промышленности ведут следующие организации Украины: "УкрНИИУглеобогащение", "Гипромашуглеобогащение", Национальная металлургическая академия, Национальный горный университет, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАНУ.

Вопросам создания грохотов в зарубежной практике посвящены разработки фирм и организаций: "Ревум", "Деррик", "Хавер и Беккер", "Зибтехник", "Йост", ВМФ, "АЕФ Актингезельшафт" (Германия), "Нейшнл инжиниринг", "Биндер", "Дорр Оливер", "Уоллис", "Колби Мэнифэктуринг" (США), "Магко", "Локкер индастри", "Шарплз", "Бартлес" (Великобритания), "Мицубоси"

(Япония), "Дитх Стейт Нинес" (Австралия), "БРЖМ" (Франция), "Локкер" (Бельгия), "Хукки" (Финляндия), институты: Механобр, Госгорхимпроект, Гипромашобогашение (Россия) и др. Однако в большинстве случаев установка предлагаемого оборудования требует больших капитальных вложений, затрат на ремонт и обслуживание.

В ИГТМ НАН Украины была разработана конструкция вибрационного грохота для тонкой классификации и обезвоживания [8]. Предлагаемый грохот имеет несложную конструкцию. Принцип работы основан на использовании динамически активного сита специальной конструкции, работающей в резонансном режиме с частотой колебаний привода.

Кинематически грохот представляет собой одномассную колебательную систему и состоит из: короба, вибровозбудителя, частотного регулятора привода, опорных амортизаторов, классифицирующего сита, динамически активного сита и дополнительного несмачивающегося жидкостью сита.

Установка дополнительного сита между классифицирующим и динамически активным ситами позволяет уменьшить силы вязкого сопротивления жидкости и тем самым повысить эффективность прохождения частиц через ячейки классифицирующего сита. Кроме этого увеличивается зона контакта между классифицирующим и динамически активным ситами, удар становится не жестким, что увеличивает срок службы сит.

Грохот работает в резонансном режиме. Благодаря наличию частотного регулятора привода обеспечивается совпадение собственных частот динамически активного сита и короба грохота. Таким образом без подведения дополнительного источника энергии используется эффект резонанса. Использование резонансного режима увеличивает амплитуду колебаний просеивающей поверхности грохота в 2-3, если сравнивать с амплитудой короба грохота. При этом происходит интенсивная сегрегация и просеивание материала.

Данное конструктивное решение было взято при модернизации и выпуске промышленного образца на основе серийного виброгрохота ГИЛ-52 с целью классификации угольного шлама по крупности разделения 0,1-0,2 мм. Также была проведена серия лабораторных и промышленных экспериментов на грохотах ГИСЛ-62, ГИЛ-42 и ГИЛ-43, которые имели конструктивные отличия согласно разработки [8]. При прохождении материала через грохот происходит одновременно две операции: тонкая классификация и обезвоживания надрешетного продукта до 22-25 % влажности. Зона грохочения на грохоте ГИЛ-52 составила 2500 мм. Так как короб грохота имеет длину 4500 мм, то на оставшихся 2000 мм после брызгал материал перемещается и обезвоживается. В классифицирующей части грохотов ГИЛ-52, где устанавливается на резиновое сито РЛСС сетка с ячейкой 0,1-0,2 мм, рекомендуется между ними устанавливать полиамидную сетку с ячейкой 5,0-10,0 мм, для предотвращения преждевременного пробоя тонкой сетки динамически активными резиновыми струнами. В этом случае динамический импульс удара смягчается, но его положительное влияние на рассев материала тонкой сеткой остается.

Предложен метод оптимизации процесса вибрационной классификации

угольных шламов [9]. Метод оптимизации процесса позволяет установить наиболее перспективные классы крупности вибрационного разделения угольных шламов с максимальным содержанием угольной массы и допустимым содержанием золы. Предложен апробированный метод извлечения мелких и тонких классов горной массы и их суммарный отбор с максимальным содержанием угольной массы.

Выполненные лабораторные и промышленные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Шламохранилища имеют до 50% угольной массы, учитывая объемы и содержания угля они представляют собой техногенные месторождения. Наиболее высокий процент угольной массы распределяется не равномерно по классам крупности. Поэтому при обогащении угольных отходов необходимо выделять наиболее перспективные по содержанию углерода классы.

2. Нижняя граница необходимой классификации составляет 40-50 мкм. Основная сложность при дообогащении полезных ископаемых связана с размерами частиц, что требует применения высокоэффективного оборудования с высокими технологическими показателями при грохочении горной массы.

3. Основная масса отходов представляет собой пульпу с различным соотношением твердого к жидкому. При обогащении пульп возникают дополнительные требования к обезвоживанию надрешетного продукта.

4. Промышленные испытания показали возможность тонкой классификации сухих и влажных материалов. Для извлечения угля из шламовых отходов перспективным является использование грохота с классифицирующим и динамически активным ситом. Классификация и обезвоживание материала реализуется по крупности до 50 микрон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надутый В.П. Тонкое вибрационное грохочение при переработке угольных шламов / В.П. Надутый, А.Ф. Нагорский, А.И. Шевченко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. труд. ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – Вып. № 58. – 2005. – С.176-181.
2. Надутый В.П. Метод определения ситового состава и запасов угля в шламохранилище / В.П. Надутый, И.П. Хмеленко // Збагачення корисних копалин: НГУ – Днепропетровск. – Вып. №33(74). – 2008. – С. 148–155.
3. Полулях А.Д. Особенности современных технологий углеобогащения // Збагачення корисних копалин: НГУ – Днепропетровск. – 2007. – Вып. № 17 (58). – С. 3-6.
4. Томилин В.Б. Перспективное оборудование и технология обогащения угля / В.Б. Томилин, В.И. Хайдакин, В.Н. Корнеева, Н.И. Абакумов // Уголь – 2005. – Москва – №12 – С. 58-61.
5. Анисимов Н.Т. Разработка multifunctional устройства для обработки угольных шламов в схемах обогащения / Н.Т. Анисимов, В.С. Мочков, З.В. Багмут, Г.Н. Дмитров, С.А. Воронин // Збагачення корисних копалин: Науч.-техн. зб. НГУ. – Днепропетровск. – 2002. – Вып. № 15(56). – С. 66-70.
6. Динчук В.А. Комплексная переработка отходов углеобогащения / В.А. Динчук, Б.Б. Потапов // ОРТ-Москва – 2008. – Вып. № 27 – С. 46-47.
7. Буравчук Н.И. Перспективные направления утилизации отходов добычи и сжигания углей / Н.И. Буравчук, О.В. Гурьянова, Е.П. Огороков, Л.Н. Павлова // ОРТ-Москва – 2009. – Вып. № 28 – С. 10-11.
8. Пат. 39362 Украины МПК В 07 В 1/40. Грохот вібраційний / Надутый В.П., Ягнюков В.Ф., Хмеленко І.П.; заявник та патентовласник ІГТМ НАН України – № u 200810796, заявл. 01.09.2008; опубл. 25.02.09, Бюл. №4.
9. Надутый В.П. Оптимизация процесса вибрационной классификации угольных шламов / В.П. Надутый, А.М. Эрперт, И.П. Хмеленко // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукр. наук.-техн. журнал. – Вінніца. – 2008. – Вып. №2(51). – С. 85-89.

Рекомендовано до публікації д.т.н. Є.С. Лапином 27.07.09