

**Обогащение
рудных и нерудных материалов.
Технологии обогащения**

*Материалы XIV Международной научно-практической
конференции.*

Новосибирск, 6–8 ноября 2019 г.

Новосибирск

УДК 622.7

Обогащение рудных и нерудных материалов. Технологии обогащения. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. — Новосибирск: Агентство «Сибпринт», 2020. — 296 с.

СПИСОК УЧАСТНИКОВ

XIV международной научно-практической конференции «Обогащение рудных и нерудных материалов. Технологии обогащения.»

1. Engineering Dobersek GmbH, Германия
2. Eurasia Metals Company (EMC), г. Алматы, Казахстан
3. АкадемГЕО, НПО, ООО, г. Новосибирск
4. Богуславец, ООО, Якутск
5. Высочайший, ПАО, г. Бодайбо, Иркутская обл.
6. ВИМС, ФГБУ, г. Москва
7. Департамент промышленности Кемеровской области, г. Кемерово
8. Западно-Сибирский Испытательный Центр (ЗСИЦентр), АО, г. Новокузнецк
9. Институт горного дела им. Н. А. Чинокала СО РАН, г. Новосибирск
10. Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ), кафедра обогащения плезных ископаемых и охраны окружающей среды, г. Иркутск
11. ИНЖИНИРИНГ ДОБЕРСЕК ГмбХ, фирма АО, г. Москва
12. Институт цветных металлов и материаловедения ФГАОУ ВО «Сибирского Федерального университета», г. Красноярск
13. Институт металлургии и обогащения (ИМиО), АО, г. Алматы, Казахстан
14. ИРБИС, НПФ, ООО, г. Новосибирск
15. Иргиредмет, АО, г. Иркутск
16. ИТОМАК, ЗАО, г. Новосибирск
17. Калининградский янтарный комбинат, АО, пгт. Янтарный, Калининградская обл.
18. Кен-ТОО, Проектно-исследовательский центр, г. Бишкек, Кыргызская Республика
19. КрасГАУ, ФГБОУ ВО, г. Красноярск
20. Машиностроительный завод Труд, ОАО, г. Новосибирск
21. Ново-Широкинский рудник, АО, с Широкая Забайкальский край
22. НОРД Приводы, ООО, г. Санкт-Петербург

- Носов С. В. Практика применения контактных чанов с непрерывным перемешиванием до полного опорожнения . . . 177
- Ростовцев В. И., Кулагин О. Р., Сиволап Б. Б., Брызгин А. А., Коробейников М. В. Исследование влияния электрохимической обработки и предварительного разупрочнения полиминерального сырья энергетическими воздействиями на результаты флотационного обогащения 181
- Фатьянов А. П. Разработка, изготовление и внедрение крупногабаритного емкостного оборудования на примере перемешивателей, контактных чанов и зумпфов. 206
- Лабутин В. Н. Буровзрывная проходка горных выработок удлиненным циклом. 213
- Красногоров В. О. Новые разработки НПО «ЭРГА» в области магнитного и электрического обогащения. 226
- Змысля И. Ю. Опыт разработки сгустителей с центральным приводом СЦ-18 для эксплуатации в условиях низких температур. 231
- Финашин А. А. Приводная техника фирмы «Getriebebau NORD» – гарант качества и надежный сервис. 238
- Киреев Д. И. Применение частотных преобразователей ИРБИ на горно-добывающих и горно-обогачительных предприятиях. 241
- Семьянова Д. В. Установление связи между флотационной активностью, структурой углеводородного фрагмента собирателя и мощностью поверхностного потока его физически сорбированных форм. 245
- Коновалов И. А. Влияние физически сорбируемых форм реагентов на показатели флотации свинцово-цинковой руды . . 250
- Загайнов О. В. Применение технологии снегоплавления на опытной промышленной установке утилизации снежных масс загрязненного снега с автодорог г. Новосибирска 259

- Ли Э. М., Ниязов А. А., Шалгымбаев С. Т. К вопросу разработки технологического регламента обогащения золото-полиметаллической руды месторождения «Гагаринское» с использованием оборудования ОАО «Машзавод Труд». 261
- Гаврилова Т. Г. Осадки ксантогенатов как активаторы флотации свинцово-цинковой руды 266
- Цицилина Д. М. Осадки олеата кальция как активаторы флотации апатитовой руды. 272
- Мурко В. И., Волков М. А., Гринюк Д. П., Баранова М. П. Разработка технологии и вибрационных мельниц для приготовления ВУТ из отходов углеобогащения. 277
- Матвеев И. А., Яковлев Б. В., Еремеева Н. Г. Моделирование разделения минералов в восходящем потоке жидкости, образующейся в рабочей зоне крутонаклонного концентратора конструкции ИГДС 287

Согласно [6] флотационная активность реагента характеризуется критерием, представляющим собой мощность поверхностного потока физически сорбированных форм собирателя, который в свою очередь равен произведению скорости поверхностного потока на поверхностное давление указанных форм реагента. На рис. 1 приведены значения мощностей поверхностных потоков растворов, содержащих продукты взаимодействия олеиновой кислоты и хлорида кальция в различном мольном соотношении, и показатели извлечения апатитовой руды при их применении в качестве реагента-собирателя.

Выводы

Экспериментально показано, что укрупнение коллоидных систем, полученных при взаимодействии растворов олеиновой кислоты и хлорида кальция, приводит к снижению скорости их растекания по поверхности воды.

Мощность поверхностного потока растворов при укрупнении их системы коррелирует со снижением извлечения P_2O_5 в пенный продукт, что доказывает неразрывную связь поверхностной активности производных форм собирателя по отношению к границе раздела «газ-жидкость» с их флотационной активностью.

Флотация осадками диолеата кальция указывает на возможность активации флотации апатитовой руды ионами кальция по механизму работы физической формы сорбции собирателя.

Список использованных источников

1. Абрамов А.А., Собрание сочинений: Т. 7: Флотация. Реагенты-собиратели / Абрамов А.А. - М.: Горная книга, 2012. - 656 с.
2. Богданов О. С., Поднек А. К., Хайнман В. Я., Янис Н. А. Вопросы теории и технологии флотации / Труды института «Механобр», 1959. - Л.: «Механобр». - Вып. 124. - С. 392.
3. Somasundaran, P. Solution chemistry: minerals and reagents / P. Somasundaran, Dianzuo Wang. - The Netherlands: Elsevier. - 2006. - P.209.
4. Полькин С.И. Обогащение руд и россыпей редких и благородных металлов: Учебник для ВУЗов / С.И. Полькин. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М.: Недра, 1987. - 428 с.

5. Кондратьев С.А. Физическая форма сорбции реагента и ее значение во флотации. - Новосибирск: Наука, 2018. - 184 с.

6. Кондратьев С.А. Механизм работы насыщенных жирных кислот как флотационных собирателей // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. - 2016. - №3. - Т.2. - С. 239 - 244

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ВИБРАЦИОННЫХ МЕЛЬНИЦ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВУТ ИЗ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ

Мурко В.И., Волков М.А., Гринюк Д.П.,

ООО «Сибнишуглеобогащение», г. Прокопьевск

Баранова М.П., Институт инженерных систем и энергетики
ФГБОУ ВО «КрасГАУ», г. Красноярск, marina60@mail.ru

Особенностью технологических схем современных углеобогащательных фабрик России является использование замкнутого водношламового цикла, что позволяет ликвидировать сброс шламовых вод за пределы фабрики в наружные отстойники и гидроотвалы, и отсутствие термической сушки мелких классов угля за счёт их более эффективного механического обезвоживания. В результате на выходе появилось значительное количество (до 10-12% от объёма переработки угля на фабрике) токсичных тонкодисперсных отходов углеобогащения с крупностью частиц менее 0,5 мм, влажностью 30-45% и зольностью 25-65%. Данный продукт не востребован на рынке, очень труден для переработки и, как правило, отгружается за пределы фабрики с породой или отдельно автотранспортом на породные отвалы или площадки-шламонакопители. Учитывая высокую токсичность таких отходов, обусловленную наличием на поверхности частиц применяемых на фабриках флокулянтов и коагулянтов, обладающих канцерогенным и мутагенным воздействием, хранение таких отходов сопряжено с высокой опасностью, что создает значительные экологические проблемы в регионе.

Для решения указанной проблемы компанией АО «СУЭК-Кузбасс» принято решение о создании пилотного образца технологического комплекса по переработке тонкодисперсных отходов углеобогащения, путем приготовления и сжигания суспензионного угольного топлива на базе фильтр-кека обогащательных фабрик

АО «СУЭК-Кузбасс» [1-4]. Целью работы являлась разработка технологии и совершенствование конструкций вибрационных мельниц для приготовления ВУТ из отходов углеобогащения, подготовка исходных данных для создания пилотного образца технологического комплекса.

Характеристика исходного сырья

Для изучения возможности приготовления суспензионного водоугольного топлива на основе тонкодисперсных отходов углеобогащения с ОФ шахт «Комсомолец» и «имени С.М. Кирова» были доставлены пробы фильтр-кека массой по 2000 кг каждая. Доставленные пробы были проанализированы в углехимической лаборатории. Качественная характеристика исследуемых проб показала, что влажность представленных для проведения исследований проб фильтр-кека была стабильно высокой – $W_{tr}=35,2-40,8\%$. В отличие от влажности, зольность фильтр-кека зависит от качества исходного сырья и изменяется одновременно с ним и может меняться как в узком интервале значений ($Ad=30,7\%$; $26,8\%$), так и в широком диапазоне отклонений – до $15,6\%$ ($Ad=32,8\%$, $48,4\%$) фильтр-кека с ОФ ш. «имени С.М. Кирова». Гранулометрический состав фильтр-кека с ОФ шахт «Комсомолец» и «имени С.М. Кирова» включал классы крупности до 3,0 мм.

Методика исследований по приготовлению суспензионного угольного топлива

Полученный фильтр-кек является фактически полуфабрикатом для получения водоугольного топлива с характеристиками, позволяющими осуществлять его эффективное сжигание в котле с вихревой топкой или совместное сжигание с традиционным топливом в пылеугольных котельных агрегатах.

Оценка возможности приготовления водоугольного топлива из отходов углеобогащения (фильтр-кека ОФ шахт «Комсомолец» и «имени С.М. Кирова») и выбор оптимальной пластифицирующей добавки проводили в лабораторных условиях на универсальном вибростенде (СВУ).

В процессе исследований из смеси фильтр-кека и водного раствора реагента-пластификатора готовили лабораторные пробы су-

спензионного угольного топлива. Учитывая исходную крупность фильтр-кека, для приготовления проб ВУТ использовали смесь либо измельчительную камеру периодического действия универсального вибростенда. Дозирование исходных компонентов осуществляли в ручном режиме. Целью лабораторных исследований был выбор оптимального варианта добавки на основании анализа значений основных структурно-реологических характеристик приготовленного ВУТ.

Пробы ВУТ анализировали на массовую долю твердой фазы, гранулометрический состав и вязкость. Статическую стабильность определяли наличием осадка и водоотделения при хранении пробы в статических условиях. Массовую долю твердой фазы определяли стандартным методом высушивания по ГОСТ 27314-91, либо по ГОСТ 11014-2001, гранулометрический состав – путем мокрого рассева на ситах 0,355 мм; 0,250 мм и 0,071 мм согласно ГОСТ 2093-82, зольность – по ГОСТ 11022-95. Низшую теплоту сгорания рассчитывали с использованием измеренных значений массовой доли и зольности твердой фазы. Пересчет результатов анализа для различных состояний топлива проводили по ГОСТ 27313-95. Измерения вязкости проводили на ротационном вискозиметре «RHEOTEST» в диапазоне скоростей сдвига от 1,0 до 437,4 s^{-1} со стандартной системой цилиндров S2. Температура измерений составляла $20\pm 5^\circ C$ [5-10].

Далее на экспериментальном стенде (в полупромышленных условиях) проводили отработку процессов подготовки опытных партий ВУТ и их сжигания на котельной установке экспериментального стенда. Одновременно на стенде определяли состав и количество вредных выбросов, образующихся при сжигании.

В результате проведения исследований по приготовлению ВУТ на вибростенде двумя способами: перемешиванием и измельчением определили оптимальный тип пластифицирующей добавки (высокомолекулярное неорганическое соединение), ее расход (0,3%) и массовую долю твердой фазы в приготовленном топливе (57,0%).

Затем на основании полученных результатов на экспериментальном стенде готовились опытные партии ВУТ по технологической схеме, представленной на рис. 1.

Согласно технологической схемы, исходный фильтр-кек и водный раствор реагента-пластификатора подавали в смеситель периодического действия, далее полученную водоугольную суспензию дозировано подавали на универсальную виброустановку, где происходило доизмельчение и дополнительное перемешивание полученного топлива.

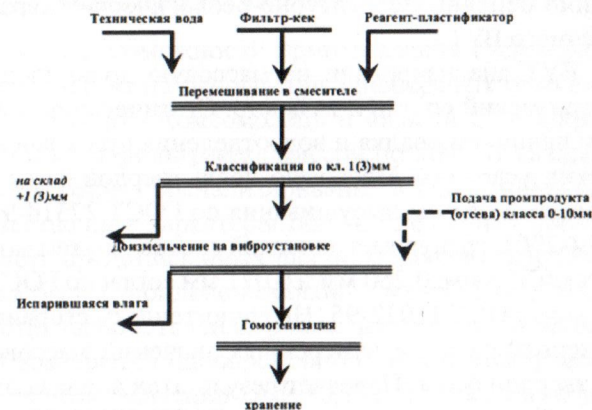


Рисунок 1. Технологическая схема приготовления ВУТ из фильтр-кека

В последние годы в промышленности начали применять для тонкого измельчения, так называемые вибрационные мельницы, позволяющие вести как сухое, так и мокрое измельчение до высокой степени дисперсности материалов. Высокая частота колебаний и разнообразный характер воздействий измельчающих тел на материал создают усталостный режим разрушения обрабатываемого материала. Это является главной особенностью процесса вибрационного измельчения и объясняет, почему вибрационная мельница особенно эффективна при получении продуктов высокой степени дисперсности. В результате совокупных механических воздействий высокой частоты и периодически возникающих напряженных состояний в измельчаемом материале слабые места, всегда имеющиеся в структуре твердого материала, еще более ослабляются и разрушение частиц происходит по этим местам [5].

Универсальная виброустановка представляет собой бикамерную вибромельницу, состоящую из концентрически расположенных цилиндрических камер, загруженных шарами и связанных между

собой каналами. Исходная суспензия поступает во внутреннюю камеру вибромельницы, движется вниз и через каналы поступает во внешнюю камеру. Во внешней камере движение суспензии осуществляется вверх. Разгрузка измельченного материала осуществляется через внешний порог наружной камеры. Данный принцип работы вибромельницы позволяет обеспечить низкие энергозатраты на измельчение частиц в смеси при требуемом размере крупных частиц в готовом топливе. Приготовленное ВУТ перекачивали в емкости для хранения [11].

Для стабилизации качества ВУТ по зольности была предусмотрена возможность подачи в вибромельницу отсева или дробленно-го промпродукта крупностью от 0 до 10 мм.

Определено влияние механической активации на структурно-реологические характеристики тонкодисперсных угольных суспензий, полученных на основе фильтр-кеков в созданном экспериментальном образце специального насоса-активатора. В насосе-активаторе осуществляли обработку ВУТ в условиях сдвигового деформирования в зазоре $0,2 \div 0,3$ мм между двумя дисками при относительной угловой частоте вращения подвижного диска 2900 об/мин. В результате на периферийной части диска скорость сдвига достигала $2100 \div 3160 \text{ с}^{-1}$, т.е. заведомо реализовались условия, соответствующие предельному разрушению структуры. Пропускание полученного топлива через насос-активатор позволило снизить вязкость суспензии на 30% и повысить статическую стабильность топлива.

В таблице 1 приведены структурно-реологические и теплофизические показатели опытных партий ВУТ.

Таблица 1. Характеристика приготовленных опытных партий ВУТ

Зольность A^d , %	Выход класса более 0,25 мм, %	Массовая доля твер- дой фазы, C_r , %	Эффектив- ная вяз- кость при скорости сдвига 81 с^{-1} , η , мПа·с	Стабиль- ность, сутки	Низшая теплота сгорания, Q_i , МДж/кг
фильтр-кек ОФ ш. «Комсомолец»					
26,8	1,9	56,9	178	15	12,22
фильтр-кек ОФ ш. «им. С.М.Кирова»					
48,4	1,4	56,6	148	15	8,24

Экспериментально было установлено, что производительность универсальной установки по исходной суспензии колеблется в диапазоне 0,155 т/ч - 0,217 т/ч в зависимости от крупности частиц в исходной суспензии. На таком режиме работы установки выход класса +0.250 мм в готовой суспензии не превышал требуемого по условиям сжигания ограничения ($R_{250} \leq 5\%$) и составлял 1,4% - 1,9%.

Учитывая, что в исходном продукте – фильтр-кеке содержание микронных классов крупности, как правило, более 70%, на операции доизмельчения в пилотном технологическом комплексе целесообразно установить мельницу со стержневой мелющей загрузкой. Использование стержневой мелющей загрузки в барабанной мельнице позволяет получить более равномерный размер частиц твердой фазы, а наличие микронных частиц в исходном продукте еще более способствует этому факту. Таким образом, появляется возможность в готовом измельченном продукте обеспечить получение гранулометрического состава частиц твердой фазы, близкого к бимодальному. В результате повышается содержание твердой фазы в

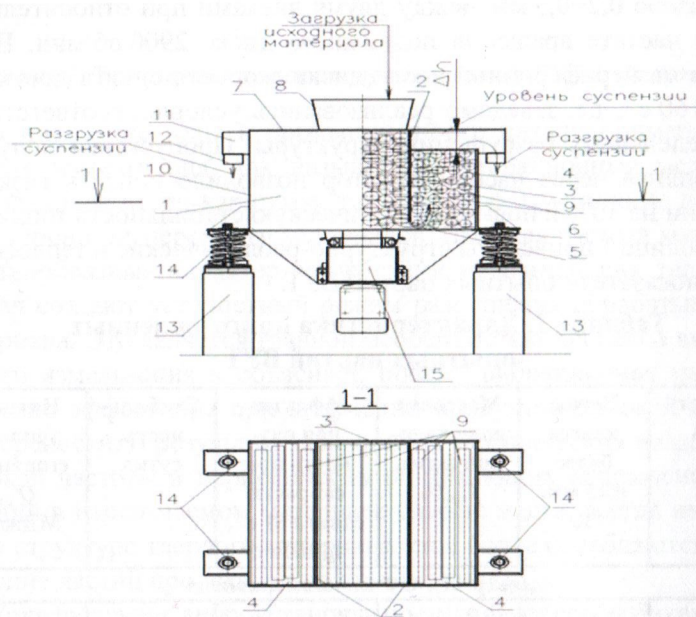


Рисунок 2. Конструкция разработанной вибромельницы

готовом топливе на 2-3% при сохранении структурно реологических характеристик, что, в свою очередь приводит к повышению теплоты сгорания топлива. Для реализации этого условия была разработана конструкция стержневой вибромельницы (рисунок 2), принцип работы которой аналогичен механизму работы бикамерной шаровой вибрационной мельницы демонстрационного стенда.

Вибромельница состоит из корпуса 1, разделенного вставками 2 на центральную 3 и периферическую 4 полости, которые гидравлически связаны между собой щелями 5, образованными между нижними кромками вставок и днищем 6 корпуса. На верхней крышке 7 корпуса установлена загрузочная воронка 8. Полости заполнены измельчающей средой 9 (стержни, шары). Исполнение полостей прямоугольной формы позволяет использовать в качестве измельчающей среды – стержни. Снаружи периферических полостей на их внешних боковых стенках 10 закреплены сливные желоба 11, соединенные со сливными патрубками 12. Корпус установлен на раме 13 через пружины 14. На днище корпуса закреплен вибровозбудитель 15.

Вибромельница работает следующим образом. Исходный материал и жидкая фаза (вода) через загрузочную воронку 8 подаются в центральную полость 3 камеры вибромельницы, заполненную измельчающей средой (стержнями или шарами). За счет воздействия вибрирующей измельчающей среды, обеспечиваемого вибровозбудителем 15, осуществляется перемешивание поступающих продуктов и предварительное мокрое измельчение частиц твердого материала. Получаемая гидросмесь через щели, оборудованные во вставках 2, поступает во внешние периферические полости 4 камеры, также заполненные измельчающей средой (стержнями или шарами), под вибрационным действием которой продолжается мокрое измельчение твердых частиц. При этом движение измельчаемой среды осуществляется снизу вверх со скоростью, существенно меньшей, чем в центральной полости, что обеспечивает высокую эффективность измельчения при меньших энергозатратах. При этом, скорость движения гидросмеси в полостях регулируется изменением перепада высоты гидросмеси в центральной и периферических полостях за счет изменения высоты наружных боковых стенок периферических полостей. Поскольку крупность твердых частиц материала во

внутренней и внешних полостях разная, то размер измельчающих элементов во внешних полостях меньше, чем во внутренней. Измельченный продукт из внешних периферических полостей через внутреннюю стенку сливных желобов 11 по патрубкам 12 сливается в приемную емкость (на рис. не показано). Таким образом, за счет конструктивного выполнения камеры по предлагаемому варианту обеспечивается возможность загрузки как шаров, так и стержней в качестве измельчающих элементов. При этом обеспечивается реализация более эффективного способа мокрого измельчения материала в вибромельнице с возможностью получения гранулометрического состава, близкого к бимодальному, при переработке смеси материалов различной крупности.

Сжигание ВУТ на экспериментальном стенде

Сжигание опытных партий ВУТ производилось на котельной установке, состоящей из котла с тепловой мощностью 0,63 МВт, системы подачи топлива, системы золоулавливания, калорифера для теплосъема, тягодутьевого оборудования [6-7]. Созданный котел состоит из топki – вихревой камеры сгорания, расположенной в водоохлаждаемом корпусе и экономайзера для съема тепла от горячих дымовых газов, образовавшихся в топке. Подача ВУТ в вихревую топку осуществляется через горелочное устройство с пневмомеханической форсункой тангенциально внутренней цилиндрической поверхности камеры сгорания. Также тангенциально в камеру сгорания подается дутьевой воздух. Распыл топлива производится сжатым воздухом, подаваемым в форсунку. Подача топлива регулируется изменением частоты вращения двигателя топливного насоса. Камера сгорания топki оборудована водоохлаждаемым пережимом, что позволяет удерживать горящие частицы угля и распыленные капли ВУТ необходимое время для их полного выгорания. Система пылеулавливания – двухступенчатая, и состоит из блока батарейных циклонов и тканевого фильтра, что обеспечивает высокую степень очистки уходящих газов от пыли. В таблице 2 представлены результаты сжигания опытных партий ВУТ

Таблица 2. Результаты сжигания опытных партий водоугольного топлива

Параметр	Числовое значение для ОФ шахты	
	«имени С. М. Кирова»	«Комсомолец»
Теплопроизводительность котла, МВт	0,47-0,57	0,52- 0,66
Температурный режим в топке, °С	980 - 1050	980 - 1050
Расход ВУТ, кг/ч	220 - 250	170 - 210
Давление ВУТ, МПа	0,20	0,19
Давление сжатого воздуха МПа	0,21	0,20
Температура дымовых газов, °С	250 - 260	250 - 260
Коэффициент полезного действия, %	0,83	0,85

Выводы

1. Разработаны технология и оборудование для приготовления и сжигания на котельных установках малой и средней мощности суспензионного водоугольного топлива, полученного на основе тонкодисперсных отходов углеобогащения (фильтр-кеков) обогатительных фабрик шахт «Комсомолец» и «имени С.М. Кирова». Показано, что на основе указанных отходов можно приготовить суспензионное водоугольное топливо с содержанием твердой фазы 56-60 %, с требуемыми структурно-реологическими характеристиками и низшей теплотой сгорания до 13 МДж/кг.
2. Разработан, изготовлен и испытан котел с тепловой мощностью 0,63 МВт с вихревой системой сжигания, эффективно работающий на топливе из отходов углеобогащения. Результаты работы котла на указанном топливе показали его высокую эффективность (к.п.д. составляет 83-86%) при уровне вредных выбросов в дымовых газах существенно ниже допустимых значений. Достигнуты высокие показатели по уровню мех- и химнедожога топлива (соответственно, не более 5% и 80мг/м³, что существенно меньше допустимых значений).

3. По результатам исследований разработан рабочий проект создания пилотного технологического комплекса по переработке отходов углеобогащения с получением суспензионного водоугольного топлива и его сжигания на котельной установке.

Список литературы

1. V. Murko, V. Hamalainen, E3S Web of Conferences, 21, 01029 (2016)
2. Baranova M., Energy and Resource-Saving Sources of Energy in Small Power Engineering of Siberia //Founder Of The Second International Innovative Mining Symposium, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo. – 2017. – P. 02001
3. Murko V.I., Fedyaev V.I., Aynetdinov H.L., Baranova M.P. Environmentally Clean Technology of Fine Waste Coal Utilization. XVII International coal preparation congress, Istanbul, Turkey (1-6 Oct. 2013)
4. Patent No. 2145038. M.cl. F 23 Q 5/00. Method of Combustion and Combustion Stabilization of the Water-Coal Fuel in the Settling Chamber (in Russian), V. I. Murko, M. P. Fomicheva, A. N. Timoshevskiy, I. M. Zasyppin, et al. – No. 97120914/06. Appl. 03.12.97. Published on 27.01.2000, Bulletin No. 3
5. Вибрационные мельницы [Электронный ресурс]. Режим доступа http://go.mail.ru/redir?src=852a78&via_page=1&type=sr&redir=eJzLKckpsNLXL07Mzcks0UvOz9XPrMpNzdEvy0wqSkzOzM_Lq0yNBwrkZSZX6oKlkjNS8zJT48sqi_Oz8yvji0tSC4ACehklUQwMhqbmRiYGFpaWxgzVZ1W3lnsv0-DjsekqXxI-AwBFFybf&user_type=32 (Дата обращения 28.10.2019).
6. Murko V. I., Fedyaev V. I., Karpenok V. I., Zasyppin I. M., Senchurova Y. A., Riesterer A. Investigation of the spraying mechanism and combustion of the suspended coal fuel. Thermal Science. (2015). T. 19. № 1. pp. 243-251
7. Murko V.I., Puzyryov E.M., Karpenok V.I., Fedyaev V.I. Baranova M.P. The Usage Of Boilers With A Vortex Furnace For Burning Enrichment Products And Deballasting Coal. XVIII International Coal Preparation Congress 28 June–01 July 2016 Saint-Petersburg, Russia

УДК 622.7.001(571.56)

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ В ВОСХОДЯЩЕМ ПОТОКЕ ЖИДКОСТИ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ КРУТОНАКЛОННОГО КОНЦЕНТРАТОРА КОНСТРУКЦИИ ИГДС

И. А. Матвеев¹, Б. В. Яковлев², Н. Г. Еремеева¹

1 - Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского СО РАН,
E-Mail: igor.andr.matveev@gmail.com, danng1@mail.ru

2 - ФГАОУ ВПО Северо-Восточный федеральный университет
им. М.К. Аммосова,

Физико-технический институт E-Mail: b-yakovlev@mail.ru

Разработана, апробирована и экспериментально подтверждена физико-математическая модель, описывающая с достаточной степенью точности и достоверности траекторию перемещения частиц разной формы в восходящем потоке воды по наклонной поверхности, с учетом комплекса действующих сил на частицу, что позволяет оптимизировать конструктивные и режимные параметры крутонаклонного концентратора разработки ИГДС СО РАН [1].

Концентратор работает следующим образом: исходный материал через бункер для подачи исходного материала попадает в концентратор и по нисходящей траектории перемещается в объеме пульпы между пакетом пластин, благодаря регулируемому углу поперечного и продольного наклона пакета пластин часть твердой фазы прижимается к зарифленной поверхности пластин, где в результате образующегося гидродинамического режима происходит гравитационное расслоение и веерообразное движение частиц по поверхности разделительных пластин, легкие частицы продвигаются по ходу потока, а тяжелые частицы отбиваются и разгружаются в зону сбора концентрата (рисунок 1). Легкие частицы увлекаются потоком воды в разгрузочное устройство для удаления хвостов. В концентраторе разделение материалов в объеме пульпы происходит по принципу равнопадаемости или гидравлической классификации, а на осадительной поверхности пакета пластин (рабочий орган концентратора) по принципу гравитационного разделения минералов