

МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ «КРАСНОБРОДСКАЯ-КОКСОВАЯ»

Чижишева Т. А.^{1, 2, 3}, Комарова А. Г.^{2, 3}, Прокопьев С. А.^{1, 2}, Прокопьев Е. С.^{1, 2}, Алексеева О. Л.^{1, 2}

¹ Институт земной коры СО РАН, Иркутск

² ООО НПК «Спирит», Иркутск

³ Иркутский государственный университет, Иркутск

Введение

Угледобывающие предприятия, находящиеся на территории Кузнецкого угольного бассейна, стабильно обеспечивают более половины отечественной угледобычи [4]. В результате активной добычи и переработки угольного сырья на территории Кемеровской области складываются огромные массы отходов углеобогащения, которые уже сейчас занимают тысячи гектаров земли и оказывают колоссальную нагрузку на экосистему [1, 2].

Отходы угледобычи являются техногенными минеральными объектами и характеризуются различными качественными и количественными параметрами, экологическим влиянием на окружающую среду и экономической эффективностью их промышленной переработки. В связи с этим они нуждаются во внедрении технологических решений для их комплексной переработки с наиболее полной утилизацией и минимальным негативным воздействием на окружающую среду [3].

В данной работе представлены результаты минералого-технологических исследований отходов флотации обогащательной фабрики «Краснобродская-Коксовая», выполненных с целью оценки возможности вторичной переработки углеотвалов.

Объект и методы исследования

Углеобогащательная фабрика «Краснобродская-Коксовая» находится на территории Кемеровской области (рис. 1) и перерабатывает сырьё Краснобродского и Новосергеевского полей, относящихся к месторождениям Кузнецкого угольного бассейна. Мощность фабрики оценивается в 3 млн т угля в год.



Рис. 1. Схема расположения
ОФ «Краснобродская-Коксовая»

Материалом для исследований послужила углесодержащая технологическая проба массой 1000 кг из отходов флотации крупностью 0–0,5 (1) мм. Петрографическое изучение углей проведено методами оптической микроскопии в аншлиф-брикетах, изготовленных из классифицированного материала пробы. Исследования выполнялись с использованием методических рекомендаций НСОММИ № 162 «Оптико-минералогический анализ шлиховых и дробленых проб» с применением бинокулярного стереомикроскопа Микромед MC-2-ZOOM 2CR, сканирующего электронного микроскопа MIRA3 LMN TESCAN (в центре коллективного пользования «Изотопно-геохимических исследований» ИГХ СО РАН) и поляризационного микроскопа Olympus BX53-F (в научно-учебной лаборатории экспериментальной

геологии геологического факультета ИГУ). Рентгенографический анализ выполнялся в центре коллективного пользования «Геодинамика и геохронология» ИЗК СО РАН на дифрактометре ДРОН-3.0. Исследование производилось по межгосударственным стандартам.

Результаты и обсуждение

Гранулометрический анализ исходного сырья показал, что более половины материала пробы распределяется в крупность менее 20 мкм (рис. 2) с показателем зольности сухого топлива 40,5 %. Материал более 0,5 мм имеет высокие показатели зольности (74,5–80,8 %) с общим выходом 5,43 %. Зольность сырья в диапазоне крупности от 0,5 мм до 20 мкм составляет 34,84 %, что даёт основание считать этот диапазон крупности продуктивным для обогащения.

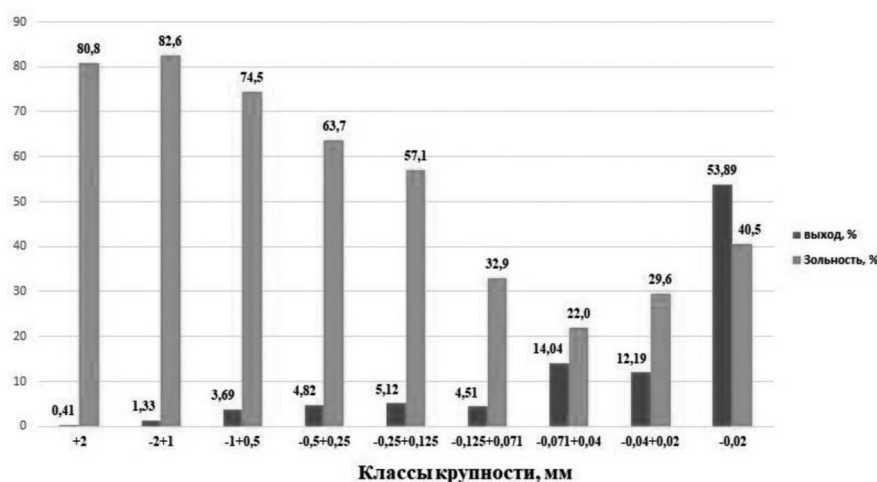


Рис. 2. Гранулометрическая характеристика пробы отходов флотации

Оптико-минералогический анализ углесодержащей пробы показал, что на долю угля приходится 59,8 %, а на долю минеральной составляющей – 40,2 %. Минеральная составляющая в свою очередь в основном состоит из смешаннослойных образований гидрослюд и смектита – 29,52 %. В меньшем количестве в ней присутствуют кварц (2,88 %), полевые шпаты (0,68 %), карбонаты (0,34 %), сульфиды (0,03 %), магнетит (0,09 %) и слюды (0,01 %).

С помощью оптических методов исследования было установлено, что зёрна, которые составляют материал пробы, представлены отдельными минералами, минеральными агрегатами, минеритами (минеральные агрегаты с примесью угля до 40 %) и обломками угля. При изучении микрокомпонентов по визуальным признакам было

определено три группы мацералов (рис. 3) – витринит (телинит, коллинит), липтинит (споринит и кутинит), инертинит (фюзенит и склеротинит), а также минеральные составляющие. Витринит имеет преобладающее значение среди остальных мацеральных компонентов.

Анализ минеритов показал, что они в своем составе имеют различные соотношения углистой (органической) и минеральной составляющих. По данным минералогического анализа минеральная матрица минеритов по своему составу преимущественно карбонатно-глинистая и глинисто-карбонатная, реже карбонатная и глинистая. Также в составе минеритов обнаружены редкие включения сульфидов, гётита, рутила, циркона, ксенотима, монацита, барита, вольфрамит и выделения самородного серебра и интерметаллидов Cu и Zn.

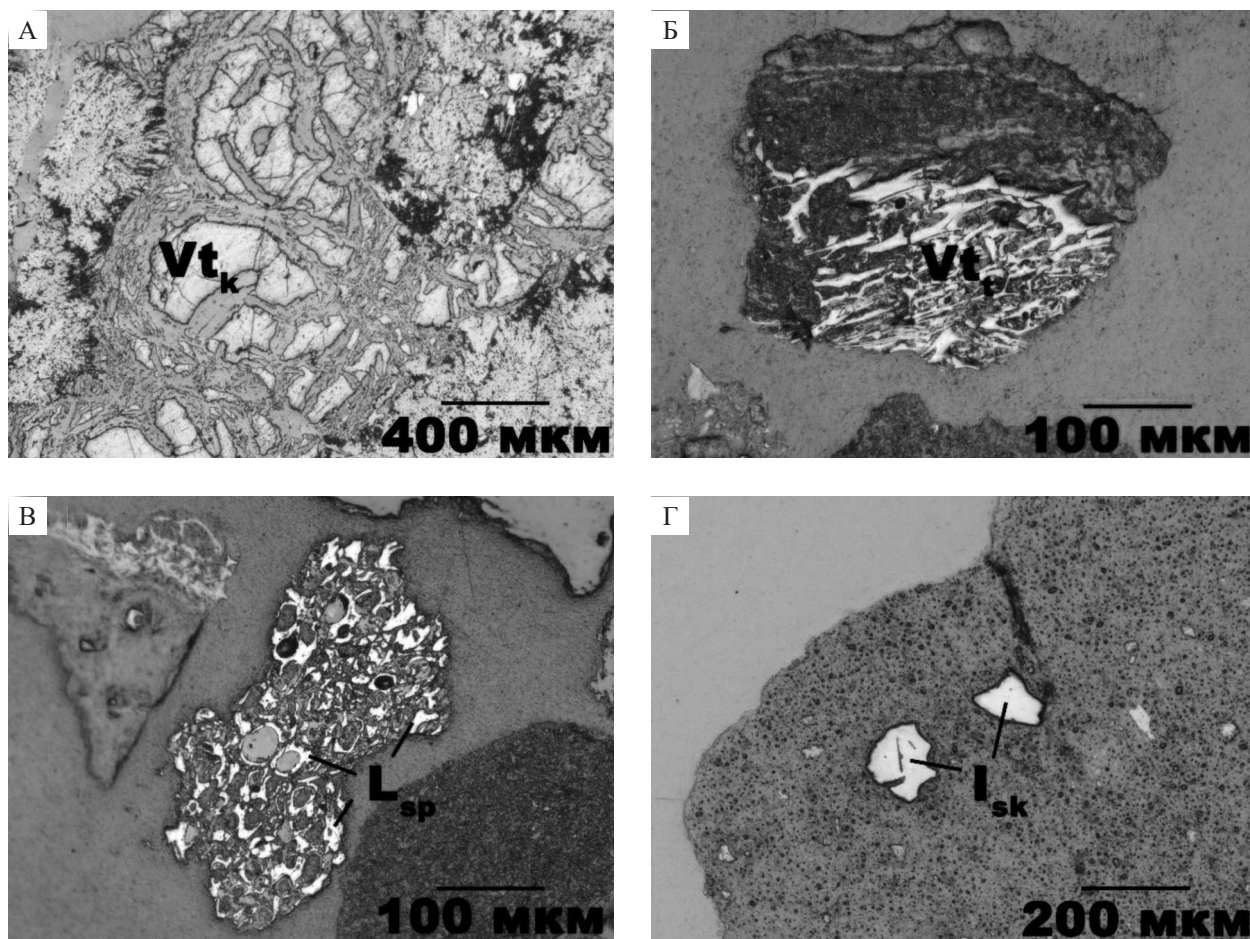


Рис. 3. Микрофотографии фрагментов аншлиф-брикетов. А – Vt_k – коллинит, Б – Vt_t – телинит, В – L_{sp} – споринит, Г – I_{sk} – склеротинит. Отраженный свет, анализатор выключен

При проведении сравнительного анализа соотношения обломков чистого угля, минеральных агрегатов и минеритов установлено, что материал крупностью более 0.25 мм преимущественно

сложен минеритами и минеральными агрегатами (рис. 4). С уменьшением классов крупности содержание угольных компонентов увеличивается.

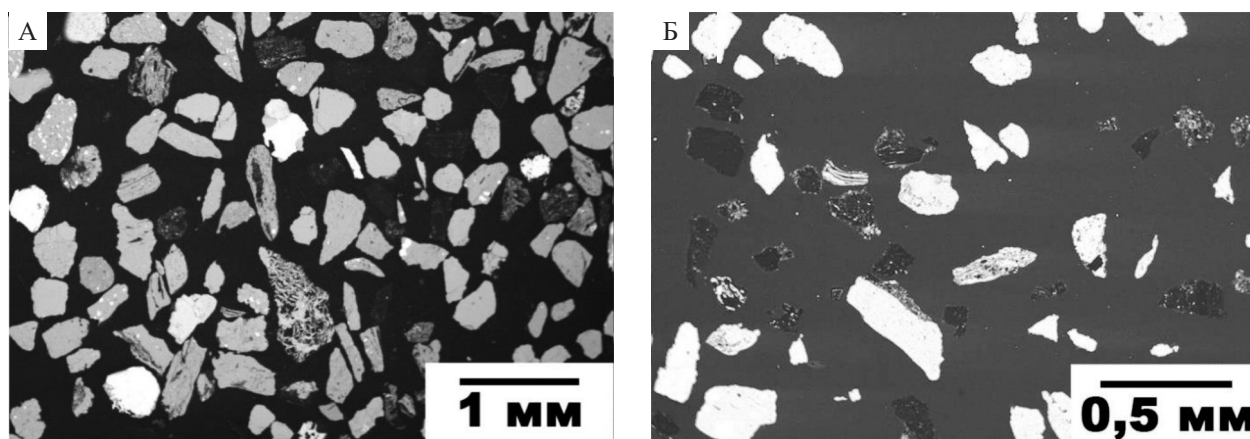


Рис. 4. Микрофотографии фрагментов аншлиф-брикетов. А – класс крупности $-0.5+0.25$ мм; Б – класс крупности $-0.25+0.125$ мм; Электронно-микроскопические изображения в обратно рассеянных электронах. Минеральная матрица – белая и светло-серая; углистое вещество – чёрное

Выводы

Исследования показали, что большая часть изучаемого материала по критериям, принятым для угольного сырья, имеет шламовую крупность. Более чем 50% отходов флотации фабрики «Краснобродская-Коксовая» представлено материалом крупностью менее 20 мкм с распределением угля в этот класс 53.6% и высоким содержанием глинистых минеральных фаз. Высокие показатели зольности в материале крупностью более 0.5 мм связаны с присутствием здесь угля в составе агрегатов глинисто-карбонатного состава. На данном этапе можно заключить, что наиболее продуктивным по всем показателям с точки зрения его обогатимости материалом в отходах флотации можно считать материал крупностью $-0.5+0.02$ мм. Рекомендуется вывести из процесса высокозольный материал крупностью более 0.5 мм, чтобы избежать разубоживания

получаемых концентратов, а также труднообогатимый класс менее 20 мкм.

Работы выполнены в рамках комплексного научно-технического проекта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-15-2022-1192 «Переработка хвостов угольных обогатительных фабрик с целью получения товарного угольного концентрата» при поддержке комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1144-р от 11 мая 2022 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куприянов А. Н., Манаков Ю. А. Закономерности восстановления растительного покрова на отвалах Кузбасса // Сибирский лесной журнал. 2016. № 2. С. 51–58.
2. Кутепов Ю. И., Кутепова Н. А., Васильева А. Д., Мухина А. С. Инженерно-геологические и экологические проблемы при эксплуатации и рекультивации высоких отвалов на разрезах Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021. № 8. С. 164–178.
3. Ожогина Е. Г., Шадренова И. В., Чекушина Т. В. Роль минералогических исследований в решении экологических проблем горнопромышленных районов // Горный журнал. 2017. № 11. С. 105–110.
4. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году: государственный доклад / гл. ред. Тетенькин Д. Д., Петров Е. И. Книга_ГД-2021_web_2023.01.18_8.pdf (vims-geo.ru). (Дата обращения: 30.08.2023).