

ВЛИЯНИЕ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО СОСТАВА НА КАТЕГОРИЮ ОБОГАТИМОСТИ УГЛЕЙ

Курочкин Д.С., студент гр. ОПа-231, I курс

Научный руководитель: Бобровникова А.А., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева,

г. Кемерово

Уголь играет важную роль в экономическом развитии многих стран мира, особенно в металлургической промышленности и на традиционных электростанциях. В промышленных масштабах уголь добывается более чем в 50 странах и около 70 стран его используют. Ежегодное потребление угля в мире составляет около 5800 миллионов тонн в год, из них около 75% применяется для производства энергии с низкой зольностью и высокой теплотворной способностью (свыше 5000 ккал/кг), а остальные 25% используются для промышленного назначения с теплотой сгорания выше 6000 ккал/кг [1]. Однако далеко не весь добываемый уголь является высококачественным, что снижает производительность при его использовании в технологических процессах. Кроме того, этот вид топлива является наиболее загрязняющим источником энергии с точки зрения экологических проблем.

В данном контексте для эффективного использования углей и уменьшения влияния на окружающую среду при его сжигания применяются различные технологии обогащения, чтобы минимизировать примеси и повысить плотность энергии. К числу таких технологий относятся методы физического, химического и физико-химического обогащения [2]. В то же время, информация, которую получают путем проведения лабораторных испытаний, например, на всплытие и оседание не всегда совпадает с результатами, полученными на обогатительной фабрике, что приводит к снижению качественных показателей. Основная причина этой проблемы – недостаточное понимание эффекта высвобождения макро и микроэлементов. В связи с этим особое значение приобретает петрография угля, которая является эффективным решением проблемы определения выхода продукции, предоставляя информацию о размере и распределении компонентов угля в образце до их освобождения.

Таким образом, изучение связи между петрографическим составом угля и удалением основных, а также второстепенных микроэлементов/металлов в ходе его обогащения, представляет собой перспективное направление научного исследования, что и предопределило выбор темы данной статьи.

Особенности использования петрографии, анализа изображений и томографии для проверки промываемости углей рассматривают в своих работах Семенова С.А., Патраков Ю.Ф., Петухов В.Н., Свечникова Н.Ю., Куклина О.В.

Типы петрографии, применяемые при анализе угля, в частности, для

оценки распределения минеральных веществ в сочетании с испытаниями на промываемость, детально описывают Гамов М.И., Гордеев И.В., Яковлева Н.С., Пронина Н.В., Мирошниченко Д.В., Головкин М.Б.

В тоже время, несмотря на имеющиеся публикации и наработки, в данной предметной плоскости все еще остается ряд вопросов, которые требуют дополнительного анализа и более глубокого изучения. Так, например, в уточнении нуждается подход к моделированию микролитотипического содержания молотого угля. Также дополнительного обоснования требуют возможности комбинации методов мягких вычислений, таких как искусственные нейронные сети, и статистических методов, таких как регрессии, в процессе проведения петрографического анализа для оценки категории и марки углей.

Итак, цель статьи заключается в рассмотрении особенностей влияния петрографического состава на категорию обогатимости углей.

Петрографический состав угля оказывает значительное влияние на процесс его обогащения. Уголь представляет собой гетерогенную смесь органического и минерального вещества. Органическое вещество содержит витринитовые, липтинитовые и инертинитовые мацералы [3]. Как правило, уголь состоит в основном из витринитовых мацералов, образованных из паренхимы и древесных тканей, включающих в себя целлюлозу и лигнин (например, корни, стволы, кора и листья). Жизнеспособность клеточных структур зависит от условий процесса разложения, степени гелеобразования и марки угля [4]. Размер и распределение мацеральных и минеральных компонентов в образце угля определяют его потенциал для обогащения и указывают на продукты, которые могут быть получены, а также позволяют выбрать оборудование, в большей степени подходящее для получения ожидаемого продукта.

Для примера рассмотрим результаты петрографического анализа угля, полученного из Моатизского месторождения, Мозамбик. На рис. 1 приведены результаты оценки полированных участков углей при увеличении $\times 100$ без добавления масла. С помощью программного обеспечения Diskus Fossil mosaic поверхность участка была отсканирована, это позволило получить серию изображений автоматически с автофокусом. Менее чем за 15 минут изображения были скомпонованы в мозаичное изображение, представляющее поверхность разреза кускового угля.

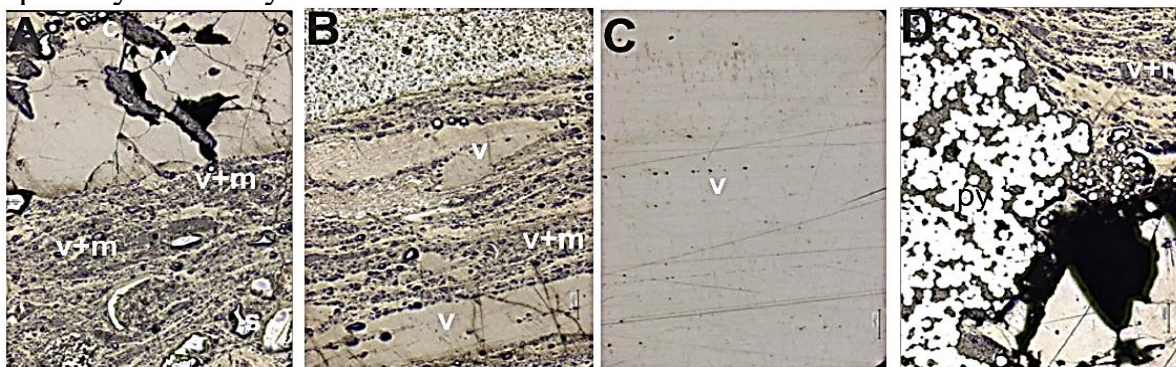


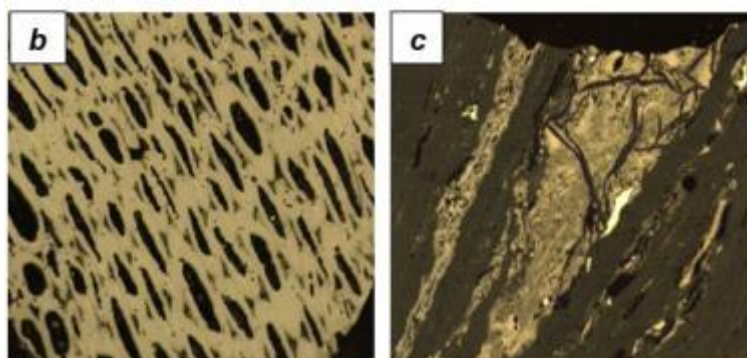
Рис. 1 Петрографические изображения образца угля из Моатизского месторождения [5]

v- витринит, *i*- инертинит; *m*- минеральное вещество; *sf*- полуфузинит; *s*- секретинит; *l*-

липтинит; f- фузинит; py- пирит; c- карбонат

Рис. 1 свидетельствует о том, что в образце угля наблюдаются толстые полосы витринита, а также толстые полосы органического вещества, смешанного с минеральным. Также были выявлены толстые полосы фузинита, а пирит оказался фрамбоидальным (сингенетичным) и эпигенетичным. Некоторые из чистых витринитовых полос имели трещины.

Также рассмотрим результаты петрографического анализа угля, полученного из Мунайского и Мангаласского месторождений, Россия. На рис. 2 приведены результаты оценки полированных участков углей при увеличении $\times 300$ с использованием масляной иммерсии. Анализ выполнен на автоматизированном комплексе системы «SIAMS-620» (Россия). Комплекс позволил получить серию изображений.



b- фузинит в образце Мунайского месторождения, c- переслаивание фузинита в витрините в образце Кангаласского месторождения

Рис. 2 В образцах угля наблюдается разный показатель отражения витринита. В ходе анализа удалось установить, что в данных образцах наблюдается стабильные химико-петрографические параметры. По результатам исследований угли представляют собой сложную смесь мацералов групп витринита, семивитринита, инертинита и липтинита.

На основании полученных данных были сделаны выводы, что при добыче угля из более толстых чистых витринитовых слоев (путем дробления от 0,5 мм до 3 мм) можно получить продукт коксующегося угля. Однако будет достаточно трудно отделить тонкодисперсное минеральное вещество микронного размера от слоев витринита толщиной 10-150 мкм для получения продукта коксующегося угля (рис. 1А, 3В и 3D). Также компоненты, представленные на рис. 1А, 1В, 1D, 2b и 2c были рассмотрены под масляной линзой и подтвердили, что витринит смешан с минеральным веществом (глиной и кварцем) [5]. Этот компонент больше подходит для использования в качестве высокозольного энергетического угольного продукта, возможно, для использования в циркулирующем кипящем слое.

Таким образом, приведенные выше изображения и их анализ наглядно демонстрируют, что с помощью петрографии угля можно получить более полное представление о его составе, а также собрать данные, которые невозможно получить при проведении испытаний на всплытие и погружение. Распределение компонентов угля помогает в принятии решения о размере дробления,

которое может обеспечить ожидаемые результаты, позволяющие получить максимальный выход продукции. Также необходимо сделать акцент на том, что петрографическая оценка дает возможность собрать информацию о различных макро- и микроминеральных проявлениях, поведении и характеристиках углей из разных пластов, что является основанием для более точного определения категории обогатимости углей.

Список литературы:

1. Камоза Е.С. Исследование влияния физико-химических свойств органического и минерального состава рядовых углей мелких классов на эффективность обогащения // Известия высших учебных заведений. 2021. № 6. С. 65-75.
2. Заостровский А.Н. Петрографический состав как параметр, характеризующий свойства коксующихся углей // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 3 (157). С. 60-69.
3. Mingyuan Wang, Wen Fu Structural changes and product distribution of typical Xinjiang coals and chars during pyrolysis // The Canadian Journal of Chemical Engineering. 2023. Volume 102, Issue 4. P. 56-64.
4. Патраков Ю.Ф. Изменение потребительской ценности коксующихся углей посредством их обогащения в тяжелых средах // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2019. № 5. С. 66-70.
5. Shengfu Zhang Effects of annealing temperature and time on decrepitation of lump coals and characteristics of resultant coal chars // Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering. 2017. Volume 12, Issue 5. P. 65-72.