

ПЕТРОГРАФИЯ

И. И. АММОСОВ и В. П. ЕРМАКОВА

**ЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ МИКРОСКОПИЯ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ  
САПРОПЕЛЕВЫХ УГЛЕЙ**

(Представлено академиком С. И. Мироновым 1 VII 1950)

Старые методы исследования ископаемых углей в ряде случаев уже не удовлетворяют возросшим требованиям научного исследования и запросам промышленности. Назрела необходимость разработки новых методов исследования состава, свойств и происхождения различных твердых горючих ископаемых.

В настоящее время, кроме химических методов исследования ископаемых углей, применяются углепетрографические и физические методы.

В результате проведенной нами работы выявлена возможность исследования сапропелевых углей с помощью люминесцентного микроскопа. Применение этого метода в данной области является новым и весьма интересным.

В работе мы использовали люминесцентный микроскоп типа МУФ-1. По своей конструкции он представляет микроскоп, отличающийся от обычного тем, что позволяет освещать исследуемые объекты не только видимым светом, но и ультрафиолетовым. Микроскоп снабжен кварцевой оптикой для исследования объектов в проходящем ультрафиолетовом свете.

Источником ультрафиолетового излучения служила ртутная лампа типа СВДШ-250. Она особенно интенсивно излучает лучи с длиной волны 365 м $\mu$ . Для выделения из ртутного спектра линии 365 м $\mu$  использовался фильтр ФС-2 толщиной 6 мм.

Микроскоп настраивался для работы с отраженным ультрафиолетовым светом, при этом применялся приложенный к микроскопу эпиосветитель, служащий для освещения непрозрачных микрообъектов видимым светом. Хотя эпиосветитель снабжен стеклянной оптикой, поглощающей часть лучей ультрафиолетового излучения, его можно применять для облучения непрозрачных объектов ультрафиолетовыми лучами с длиной волны 365 м $\mu$ , так как стекло пропускает эту область ультрафиолета.

Сапропелевые угли по петрографическим особенностям разделены Ю. А. Жемчужниковым на два подкласса — багхеды и сапроколлиты. В багхедах хорошо различимы колонии водорослей. В сапроколлита основная масса представлена бесструктурным сапропелевым веществом. Содержание водорода в сапропелевых углях обычно больше 6%, а выход дегтя, получаемого при сухой перегонке, больше 20%. При исследовании багхедов, сапроколлитов и сапропелевых горючих сланцев даже в наиболее чистых сапропелитах были замечены примеси, напоминающие по петрографическим признакам гумусовое вещество. Наличие в сапропелевых углях гумусового вещества вполне вероятно, так как в формировании этих углей принимали участие не только богатые жирами

водоросли и другие организмы, подобные им по составу, но также организмы, состоящие из целлюлозы, лигнина и протоплазмы, из которых в процессе углеобразования получаются гумусовые или близкие к ним вещества.

Исследование сапропелевых углей в полированных шлифах почти не применяется, так как в отраженном свете не наблюдается достаточно отчетливой разницы между слагающими уголь компонентами. Люминесцентная микроскопия устраняет этот недостаток и позволяет хорошо различать особенности компонентов не только на полированных, но и просто на отшлифованных поверхностях сапропелевых углей.

Мы исследовали в ультрафиолетовом свете типичные багхеды, сапроколлиты, горючие сланцы и несколько образцов современных сапропелей. Исследование проводилось в основном на непрозрачных препаратах. В ряде случаев для сопоставления с известными микроскопическими особенностями сапропелевых углей из них изготавливались также тонкие шлифы.

Люминесцентный микроскоп позволяет различать в багхедах и сапроколитах различные компоненты, отличающиеся друг от друга не только по форме, размерам и условиям залегания, но также по яркости свечения и по цвету люминесценции.

В табл. 1 приведено сопоставление признаков основных компонентов сапропелевых углей, наблюдавшихся в обычном проходящем и в ультрафиолетовом свете.

Водоросли, при обычном свете одинаковые по форме, размерам, анатомическому строению и окраске, в ультрафиолетовом свете оказываются различными по степени яркости свечения и цвету люминесценции. Например, различаются яркие голубые, яркие зеленые, яркие желтые, желтые и другие колонии водорослей.

Таблица 1

**Сопоставление признаков основных компонентов сапропелевых углей, наблюдавшихся в обычном проходящем и в ультрафиолетовом свете**

| Компоненты                                                                    | Признаки, наблюдаемые и в обычном и в ультрафиолетовом свете               | Признаки, наблюдаемые только в обычном свете       | Признаки, наблюдаемые только в ультрафиолетовом свете                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Водоросли                                                                     | Форма, размеры, анатомическое строение, соотношение с другими компонентами | Прозрачность, желтый цвет                          | Яркость свечения: сильная, средняя. Цвет люминесценции: серебристый, серебристо-голубоватый, ярко белый с желтым оттенком, голубовато-синеватый, зеленоватый, желтоватый, желтовато-бурый |
| Основная сапропелевая масса                                                   | Характер залегания и соотношение с другими компонентами                    | Прозрачность, желтый и оранжево-желтый цвета       | Яркость свечения: средняя и слабая. Цвет люминесценции: светло-желтый, желтый, серовато-желтый, бурый, со слабым сиреневым оттенком, буровато-коричневый, коричневатый, коричневато-серый |
| Гумусовая масса, тесно смешанная с сапропелевой, и собственно гумусовая масса | Характер залегания, форма, размеры включений                               | Малая прозрачность, бурый и красновато-бурый цвета | Отсутствие люминесценции                                                                                                                                                                  |

Таблица 2

| Тип угля       | Общая степень яркости люминесценции | Преобладающий цвет люминесценции                              | Число различных по люминесценции компонентов | Характер преобладающего компонента                                                                                                           | Сложение угля                                   | % темно-цветного компонента                         |
|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                |                                     |                                                               |                                              |                                                                                                                                              |                                                 |                                                     |
| Горючий сланец | Сильная и средняя                   | Голубовато-синеватый, желто-бурый                             | 4                                            | Изометричные тельца голубовато-синеватые и желто-бурые, с преобладающими размерами 30—40 $\mu$                                               | Комковатое                                      | 17                                                  |
| Богхед         | Сильная                             | Серебристый, с зеленовато-голубоватым оттенком, и желто-бурый | 4                                            | Мелкие, но обильные изометрические, округлые серебристые тельца, с зеленовато-голубоватым оттенком, размером 5—40 $\mu$                      | Зернистое, комковатое реже линзовидное          | ~ 20                                                |
| Богхед         | Сильная                             | Зеленоватый серебристый                                       | 3                                            | Овальные изометрические зеленоватые тельца, с преобладающими размерами 9—100 $\mu$                                                           | Комковатое с прожилками цементирующего вещества | 18                                                  |
| Сапроколлит    | Средняя                             | Желтовато-серый                                               | 4                                            | Основная струйчатая масса, не вполне однородная; чередование более серых и более желтых тонких полосок и линз                                | Струйчатое                                      | 2—3                                                 |
| Сапроколлит    | Средняя                             | Желтый и бурый                                                | 3                                            | Мелкие линзы и овальные буроватые тельца, с размерами по длиной оси от 30 до 160 $\mu$ , а по короткой от 5 до 30 $\mu$ ; преобладают мелкие | Линзовидное                                     | Доли                                                |
| Сапроколлит    | Средняя                             | Желтый                                                        | 3                                            | Бурые мелкие овальные тельца и линзы, с размерами по длине 150—200 $\mu$ , по ширине 1—3 $\mu$                                               | Линзовидное                                     | Доли                                                |
| Сапроколлит    | Слабая                              | Бурый                                                         | 4                                            | Бесструктурная бурая масса                                                                                                                   | Однородное и линзовидное                        | Обычно 2—3, местами до 40; в общем около 10—15      |
| Сапроколлит    | Очень слабая                        | Буровато-коричневый                                           | 3                                            | Тончайшие, но обильные коричневатые прожилки, толщиной около 2 $\mu$                                                                         | Неразличимо                                     | Слабо различимы на общей темной массе, не меньше 20 |

Таблица 2 (продолжение)

| Тип угля    | Общая степень яркости люминесценции | Преобладающий цвет люминесценции | Число различных по люминесценции компонентов | Характер преобладающего компонента                               | Сложение угля             | % темно-цветного компонента                                |
|-------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------|
| Сапроколлит | Очень слабая                        | Коричневатый                     | 2                                            | Бесструктурная коричневатая масса                                | Линзовидное               | Отсутствует                                                |
| Сапроколлит | Очень слабая                        | Коричневато-серый                | 4                                            | Серые и коричневатые мелкие комочки и участки неправильной формы | Слабо заметное комковатое | На основном темном фоне плохо различим; вероятно, около 15 |

Преимуществами исследования сапропелевых углей в ультрафиолетовом свете являются: а) простота изготовления препаратов для микроскопического исследования; б) большее количество диагностических признаков, чем при исследовании в обычном свете, и быстрота определения их; в) отчетливость отличительных признаков компонентов, обеспечивающая большую точность подсчетов содержания компонентов.

Основные особенности различных типов сапропелевых углей, наблюдаемые в ультрафиолетовом свете, сведены в табл. 2.

У отдельных компонентов, как упомянуто, наблюдаются голубой, зеленый, желтый, бурый, коричневый, розовый и серый тона и оттенки цвета люминесценции. При этом преобладающий компонент обусловливает общий цвет люминесценции всего образца и общую яркость люминесценции угля. Для лучших современных сапропелей, а также высокосортных багхедов как каменноугольных, так и юрских, дающих наибольший выход дегтя, характерны общий голубой и зеленый цвета люминесценции и яркая люминесценция. Сапроколлиты чаще имеют желто-бурый, бурый и коричневый цвета люминесценции; они люминесцируют менее ярко. При этом внутри данной группы по степени яркости свечения легко различаются сапропелевые угли, имеющие среднюю, слабую или очень слабую люминесценцию.

Таким образом, большая яркость свечения, а также серебристый, голубой и зеленый цвета люминесценции являются признаками более высокого качества сапропелита, чем средняя или слабая яркость люминесценции, а также желтые, бурые, коричневые и серые цвета люминесценции.

Разница в интенсивности свечения и цвете люминесценции, вероятно, связана с неодинаковым характером и различной глубиной изменения органического вещества водорослей в процессе превращения его при углеобразовании. Применение люминесцентной микроскопии сапропелевых углей значительно расширяет познавательную способность петрографического метода исследования. Дальнейшим этапом в этом направлении должно быть исследование сапропелевых углей, проведенное в комплексе люминесцентной микроскопии с детальным геологическим и глубоким химическим исследованием их. В результате такой работы будет установлена связь, с одной стороны, между люминесценцией компонентов, их химическим составом и технологическими свойствами сапропелевых углей, а с другой — между характером компонентов сапропелевых углей и геологическими условиями их формирования.

Институт горючих ископаемых  
Академии наук СССР

Поступило  
28 VI 1950