

Рисунок. Представительный ИК-спектр кристалла алмаза переходной формы из месторождения Снейп Лейк. Спектр отображает азотные дефекты и поглощения, обусловленные присутствием карбонатов и силикатов

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-35-00426.

Литература

1. Афанасьев В.П., Ефимова Э.С., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Атлас морфологии алмазов России. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 2000. – 298 с.
2. Клюев Ю.А. Интенсивность полос в ИК-спектре поглощения природных алмазов // Алмазы. – 1971. – № 6. – С. 9 – 12.
3. Новиков Н.В. Физические свойства алмаза [Текст]: справочник / Н.В. Новиков, Ю.А. Кочержинский, Л.А. Шульман и др.; под редакцией Н.В. Новикова. – Киев: Наукова думка, 1987. – 189 с.
4. Пальянов Ю.Н., Хохлаков А.Ф., Борздов Ю.М., Сокол А.Г., Гусев В.А., Рылов Г.М., Соболев Н.В. Условия роста и реальная примесная структура кристаллов синтетического алмаза // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 5. – С. 882 – 906.
5. Соболев Е.В. Тверже алмаз. – Изд. 2-е. – Новосибирск: Наука, 1989. – 195 с.
6. Agashev A.M., Pokhilenko N.P., McDonald J.A., Takazawa E., Vavilov M.A., Sobolev N.V., Watanabe T. A unique kimberlite-carbonatite primary association in the Snap Lake dyke system, Slave Craton: evidence from geochemical and isotopic studies // The Slave-Kaapvaal Workshop. – Merrickville, Ontario, Canada. – 2001. – P. 46 – 48.
7. Boyd S.R., Pineau F., Javoy M. Modeling the growth of natural diamonds // Chem. Geol. – 1994. – V. 116. – P. 29 – 42.
8. Zaitsev, A.M. Optical Properties of Diamonds: Data Handbook // Berlin: Springer Verlag, 2001. – 502 p.

СТРУКТУРНЫЕ ПРИЗНАКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Е.Р. Исаева

Научный руководитель доцент В.П. Иванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Органическое вещество (ОВ) растительного происхождения в осадочных отложениях представлено фитолеймами, торфом, ископаемым углём и керогеном (разного типа), которые в своем строении имеют сходство и различия, связанные с исходным растительным материалом и условиями его преобразования.

Керогены – это полимерные органические материалы, находящиеся в рассеянной и концентрированной формах и в зависимости от растений-образователей их делят на типы: I (сапропелевый), II (гумусово-сапропелевый) и III (гумусовый) (диаграмма Д.В. Ван Кревелена) [5].

Под ископаемыми углями (твёрдыми каустобиолитами) понимают горючую осадочную породу растительного происхождения, которая содержит некоторое количество минеральных примесей и залегают в виде пластообразных залежей среди других осадочных пород. В зависимости от организации строения растений-образователей выделяются угли гумусовые, сапропелевые и смешанные (гумусово-сапропелевые и сапропелево-гумусовые) [2].

Фитолеймы – «мумифицированные (по Криштофовичу, 1957, «углефицированные растительные остатки»), представленные спорами, пылью, плодами, древесиной, кутикулой листьев и стволов [4]. При их массовом скоплении образуются твёрдые органические породы: торф, лигнит и некоторые разновидности углей в ряду их степени метаморфизации.

Из выше приведённого следует, что органическое вещество фитолейм, ископаемых углей и различных типов керогенов имеет единый источник образования – это сапропелевый или гумусовый материал, находящиеся в различной концентрации и подвергшийся различным стадиям преобразования (метаморфизации).

Основным процессом захоронения и преобразования растительных остатков в органическое ископаемое вещество считается процесс fossilization: мумификация, обугливание (углефикация) и замещение органического вещества минералами (петрификация или биоминерализация).

Вне зависимости от растительного состава, обусловленного местом захоронения в системе «вода-суша», образуется гумусовый, сапропелевый или смешанный органический материал. Его количество в осадочных отложениях может быть либо в виде концентрирования ОВ (КОВ), либо в рассеянной форме (РОВ), однако это результат деятельности одного и того же процесса фитофossilization – обугливания растительных остатков, которые проходят минимум в два этапа: седиментационный (первичный – накопление) и литификационный (вторичный – преобразование) (табл.).

Таблица

Универсальная схема систематизации углефицированных веществ

Вид УФВ – объекты наблюдения	Генетический тип	Уровень организации растений-образователей	Форма нахождения	Процесс преобразования ОВ	Основные геологические процессы		Основные геохимические процессы
					Первичные	Вторичные	
Горючие сланцы	Сапропелитовые, реже гумусовые вещества	Низшие	Концентрация битумоидных частиц	Один из видов fossilization – обугливание растительных осадков	Сапропелизация	Битумизация	Полимеризация
Керогены РОВ		Низшие и простейшие высших	Дезинтегрированные частицы				Гумификация с частичной полимеризацией
Фитолеймы	Гумусовые, реже сапропелевые вещества	Низшие, простейшие и высокоорганизованные высшие	Растительные фрагменты в горных породах		Сапропелизация и гумификация	Битумизация и углефикация	Гумификация с частичной гелификацией
Керогены КОВ		Низшие, простейшие и высокоорганизованные высшие	Скопления растительных фрагментов в виде слоёв и слоёв		Гумификация	Углефикация	Гелификация с частичной гумификацией
Угленосные отложения		Высшие	Угленосные пласты		Гумификация	Углефикация	

В случае преобладания остатков, представленных продуцентами низкой организации в растительном мире, процесс седиментации – аккумуляции и разложения – принято называть сапропелизацией. А дальнейшее преобразование такого материала при участии температуры и давления (метаморфизма) – битумизацией.

Fossilization в виде химических процессов будет представлять собой окислительно-восстановительное разложение, которое едино для всех видов преобразования и часто описывается как гидролиз. В керогенах РОВ и горючих сланцах fossilization будет проявляться в виде химических процессов полимеризации.

В случае преобладания остатков высших растений процесс накопления и разложения материала будет проявляться гумификацией (торфогенез), а дальнейшее его преобразование – углефикацией. Основными химическими процессами при этом будут являться процессы гелификации (либо гумификации с частичной гелификацией в зависимости от концентрации ОВ) (табл.).

Описанный выше подход о едином источнике и процессах преобразования (fossilization – обугливания) ОВ растительного происхождения: фитолеймы, торф, уголь, керогены, горючий сланец, которые в целом можно назвать углефицированными ОВ (УФВ), позволяет по иному его изучать. Предложенный метод применения прибора ИКС с Фурье-преобразованием в диапазоне волновых чисел 350...7500 см⁻¹ в сочетании с обработкой спектральных характеристик автоматизированным программным комплексом (АПК) «Спектротест», показал возможность определять характер изометрии, надмолекулярной организации, функциональных связей органической и неорганической частей, обуславливающих строение УФВ [1]. Что позволяет воспроизводить генетические и технологические параметры, определять структурно-генетические показатели, отражающие условия формирования УФВ: гелификацию, восстановленность, метаморфизацию без разрушения (экстракции) образцов [3].

На рисунке представлены спектры изучаемых веществ, и по конфигурации линий частот в волновых числах (см⁻¹) ближней – 7500...4000, средней – 4000...600 и дальней областей – 600...350 ИК-спектра можно констатировать их сходство. Ближняя область – обертоны функциональных групп, дающие качественный и

количественный анализ Н-содержания функциональных групп средней ИК-области. Дальняя ИК-область – это неорганические и металлоорганические соединения, а также колебания скелетные, крутильные (деформационные циклы) и решёток твёрдых тел.

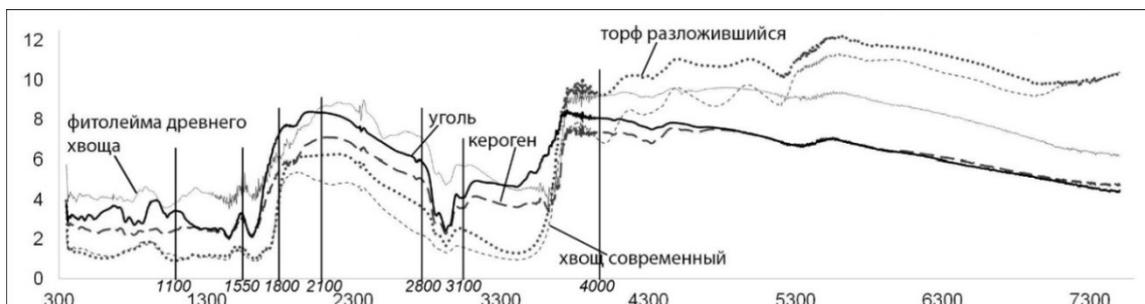


Рисунок. Спектры образцов: гербы, фитолеймы, торфа, керогена, ископаемого угля

Наиболее информативной является средняя область $4000...600\text{ см}^{-1}$, где $4000...1400\text{ см}^{-1}$ – валентные, а $1400...600\text{ см}^{-1}$ – деформационные связи. АПК «Спектротест» более детально позволяет изучать ОВ по интервалам (см^{-1}), по отдельным группам: $4000...3100$ – гидроксильные; $3100...2800$ – углеводородные; $2800...2100$ – углерода и азота в тройных связях; $2100...1800$ – кумулированные (двойные связи углерода, азота, серы); $2100...1550$ – карбонильные; $1550...1100$ – простые и сложные эфиры, тиофены, амины; $1100...350$ – неорганические соединения и металлосоединения. Данные можно интерпретировать по справочным таблицам [6].

Главной задачей проводимых исследований УФВ – это разработка новых методов интерпретации значений оптических частот ИК-спектра, позволяющих раскрыть структуру ОВ растительного происхождения и особенности её образования на молекулярном уровне.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18–35–00499.

Литература

1. Бутакова В.И., Попов В.К., Посохов Ю.М. Создание и развитие автоматизированного ИК-спектрального метода определения показателей качества углей // Кокс и химия, 2016. – № 6. – С. 9 – 13.
2. Жемчужников Ю.А. Две стадии образования ископаемых углей и их петрографическое выражение // Химия и генезис твёрдых горючих ископаемых: тр. пер. всесоюз. совещ. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – С. 38 – 43.
3. Иванов В.П. Комплексная оценка каменноугольно-пермских угленосных отложений и разработка промышленно-энергетической классификации ископаемых углей: Автореферат. Дис. ...докт. геол.-минер. наук. / – Томск, 2016. – 43 с.
4. Криштофович А.Н. Палеоботаника – Л.: Гостоптехиздат, 1957. – С. 651.
5. Геологический словарь в 2-х томах. Т. 2. Отв. Ред. Паффенгольц К.Н. 2-е изд., испр. – М.: Недра, 1978. – 456 с.
6. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 438 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТИТАНА В ГРАНИТОИДАХ ПОЛИФАЗНОГО АЛЕЙСКО-ЗМЕИНОГОРСКОГО КОМПЛЕКСА (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ РУДНОГО АЛТАЯ)

Н.А. Калинина

Научный руководитель доцент К.Л. Новоселов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Магматические образования средне-позднедевонского возраста, развитые в северо-западной части Рудного Алтая, представляют единый полифазный алейско-змеиногорский магматический комплекс. В состав комплекса входят Новониколаевский, Алейский и Устьянский гранитоидные массивы, расположенные в пределах северной части Алейского поднятия между девонскими вулканогенными прогибами.

Новониколаевский массив локализован в северной периферии Алейского поднятия. В строении массива выделены породы пяти фаз внедрения, из которых наиболее распространены породы второй, третьей и четвертой фаз. Породы первой фазы встречаются в виде небольших овально-линзовидных, реже изометрических и неправильных ксеногенных тел, представленных интенсивно метаморфизованными габброидами и диоритоидами. Породы второй (главной) фазы внедрения образуют отдельные массивы и крупные поля. Среди пород второй фазы наиболее распространены кварцевые диориты, тоналиты и плагиограниты. Основными породами третьей фазы внедрения являются лейкоплагиограниты. Породы четвертой фазы широко распространены и слагают крупные штоки лейкогранитного состава и нередко содержат ксеногенные тела пород ранних стадий внедрения.

Алейский массив расположен южнее Новониколаевского плутона и сливается с ним в центральной части Алейского поднятия. Породы в целом аналогичны породам Новониколаевского массива, среди которых наиболее распространёнными являются тоналиты и плагиограниты [6].