

По результатам проведенных исследований была установлена формационная связь изученных пород с сиенитами. На основании анализа микроэлементного состава предположены вариации минерального состава, выраженные в наличии роговой обманки, плагиоклазов, полевых шпатов и отсутствии циркона.

Состав исходного расплава по предварительным данным отвечает толеитовому, который впоследствии дифференциации приобрел щелочную спецификацию. Природа формирования рассматриваемых пород предположительно имеет смешанный характер при участии мантийных и коровых источников.

Работа выполнена в рамках Госзадания Министерства Науки и высшего образования РФ (проект № 0721-2020-0041).

Литература

1. Детьярев Д.Е. Петрология пород Южносахалинского щелочного массива (Забайкальский край): выпускная бакалаврская работа по направлению подготовки: 05.03.01 – Геология. – Томск: [б.и.], 2020. – 33 с. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vital:12439>.
2. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия. – М.: Недра, 1990. – 248 с.
3. Практическая петрология: методические рекомендации по изучению магматических образований применительно к задачам госгеолкарт. — СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2017. – 168 с.
4. Складов Е.В. Интерпретация геохимических данных /Е.В. Складов, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская, и др; Е. В. Складова. – 1-е изд. – Москва: Интернет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
5. Kelemen P.B., Hanghoj K., Greene A.R. One view of the geochemistry of subduction-related magmatic arcs, with emphasis on primitive andesite and lower crust. Treatise on Geochemistry the Crust. USA: University of Maryland. – V. 3. – 2003. – P. 593– 659.
6. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Geol. Soc. Spec. Publ. – № 42. – 1989. – P. 313–345.
7. Rollinson, H. R. Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. London (Longman Scientific and Technical), 1993. XXVI + 352 pp.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ СВЯЗЕЙ КРЕМНИЯ В УГЛЕФИЦИРОВАННЫХ ВЕЩЕСТВАХ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Дмитриенко А.А.

Научный руководитель - доцент В.П. Иванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В угольной и нефтяной геологии назрела необходимость в определении форм связей неметаллических и металлических элементов в углефицированных веществах (УФВ) [1]. Для разработки метода их диагностики в лаборатории исследования углей ТПУ были исследованы образцы УФВ: гербарий хвоща (№ 1), отобранный на болоте Томской области, фитолеймы хвоща (№ 2), папоротника (№ 3) и кероген (№ 6) из нефтегазовых отложений Западной Сибири юрского возраста, торф (№ 4) месторождения Апача на Камчатке, каменный уголь марки Д (№ 5) пласта Двухаршинного Черногорского месторождения Минусинского бассейна, каменный уголь марки Ж (№ 7) пласта 39 Жерновского месторождения Кузбасса.

Перечисленные образцы – это геополимеры, являющиеся органо-минеральными или минерально-органическими композитами природного происхождения. Они подбирались таким образом, чтобы иметь возможность проследить различия, например, по образцам хвоща в виде гербария и фитолеймы – степень преобразования растительной ткани, а по фитолеймам хвоща и папоротника – влияние вида растения на характер этого преобразования. Сравнение торфа и бурого угля позволит оценить влияние диагенеза и раннего катагенеза, а сравнение керогена и каменного угля – выявить структурные различия УФВ разного геологического возраста.

Все образцы изучались с помощью АПК «Спектротест», позволяющего исследовать порошковые пробы веществ в ИК-спектре методом диффузного отражения (ГОСТ 32246-2013), на котором с позиции атомарно-молекулярной архитектуры строения УФВ возможно выявлять валентные и деформационные связи групп атомов по отношению к остальным химическим элементам в виде функциональных групп или соединений. В справочных таблицах [2–7] были отобраны характерные полосы ИК-спектра, отражающие химические соединения Si, P, S с C, N, O, H, Cl для твердых веществ [8]. Применяя корреляционный анализ между оксидами, содержащимися в углях, и интенсивностями значений справочных полос на ИК-спектре углей марки Ж пластов 60-39 Жерновского месторождения Кузбасса, авторами по коэффициенту корреляции были определены полосы, отражающие формы связи Si, P, S на спектрах в диапазоне 7500...350 см⁻¹, как диагностические признаки.

Установлено, что для решения обозначенных задач более пригодными являются формы связей соединений Si (табл. 1, 2) Для анализа генетических особенностей были использованы структурно-генетические показатели (СГП) – степени восстановленности (Пв) [9] и степени метаморфизации (Пм) [10], отражающие биогеохимическую обстановку осадкообразования и характер преобразования осадков в процессе углефикации; ПVt+L и ПII [11], отражающие характер преобразованного исходного растительного материала в мацералы и в виде отношения между собой позволяющие устанавливать степень гелификации (Пг) УФВ (табл. 3). На рисунке показаны изменения в образцах УФВ количества связей Si–H δ, SiH₂ ν, Si(C≡CH)₄ ν, Si(CH=CH₂)₄ ν и структурно-генетических показателей Пм, Пв, Пг, ПII.

Таблица 1

Виды соединений макроэлементов Si, P, S с химическими элементами C, N, O, H, Cl из справочных таблиц [2–7]

Макро-элементы	Функциональные группы и волновые числа, см ⁻¹		
	СН и Н	N	Cl
Si	SiH ₂ ν – 745–420; Si(CH=CH ₂) ₄ ν – 1592, 732 и 583; Si(C≡CH) ₄ ν – 2053, 708 или 687, 534	Si ₂ NH ν – 3400; 3570; 3390; Si–NH ₂ δ – 1500	Cl < 625; < 670; SiF ₆ ²⁻ δ – 725

Таблица 2

Формы связей Si и их интенсивность диффузного отражения на ИК-спектре

Диффузное отражение в волновых числах, см ⁻¹	Номер образца						
	1	2	3	4	5	6	7
Форма связи Si–H δ							
814	0,74	0,03	0,41	0,05	0,29	0,34	0,66
868	0,07	0,74	0,19	0,03	0,32	0,51	0,89
Среднее	0,41	0,38	0,30	0,04	0,31	0,43	0,77
Форма связи SiH ₂ ν							
430–434	0,19	0,14	0,23	0,47	0,13	0,18	0,10
745	0,51	0,69	0,12	1,64	0,00	0,09	0,64
Среднее	0,35	0,42	0,18	1,05	0,06	0,14	0,37
Форма связи Si(C≡CH) ₄ ν							
687	0,29	1,36	1,65	0,05	0,12	0,92	0,08
2056	0,00	0,68	1,70	0,18	0,05	0,40	0,02
Среднее	0,14	1,02	1,67	0,11	0,09	0,66	0,05
Форма связи Si(CH=CH ₂) ₄							
1592	0,58	0,21	0,38	0,71	0,42	0,47	0,63

Результаты эксперимента показали, что использование функциональных групп в качестве поискового признака формы связи кремния Si–H δ, SiH₂ ν, Si(C≡CH)₄ ν позволяет выявлять генетические особенности образования УФВ с СГП (Пм, Пв, Пг, П_{v+l}, П_l). В частности, увеличение деформационных связей Si–H δ в структурах УФВ торфа, угля марки Д, керогена и угля марки Ж указывает на возрастание межмолекулярных связей, обусловленное влиянием метаморфизма.

Увеличение интенсивности диффузного отражения от торфа до гербария хвоща указывает на рост содержания кремния в органическом веществе образцов в виде форм связей Si–H δ. Характер изменения валентной связи в виде водородистого кремния (SiH₂ ν) свидетельствует о проявлении восстановленности, обусловленной составом химических соединений в растениях, особенно содержанием белков и жиров.

Таблица 3

Структурно-генетическая характеристика образцов

№ образца	Вид углефицированного вещества	Пм	Пв	П _{v+l}	П _l	Пг
1	Гербарий хвоща	0	0	0,41	0,74	0,06
2	Фитолейма хвоща	0,37	0,95	0,42	0,16	0,26
3	Фитолейма папоротника	0,12	0,34	0,42	0,45	0,09
4	Торф	0,37	0,53	0,93	0,26	0,06
5	Каменный уголь марки Д	0,33	0,32	0,72	0,53	0,14
6	Кероген	0,97	0,72	1,45	0,06	2,26
7	Каменный уголь марки Ж	0,96	0,59	1,33	0,18	0,74

С восстановленностью, как биогеохимическим фактором связано изменение форм связи кремния с винильной группой в виде Si(CH=CH₂)₄ на длине волны 1592 см⁻¹. Форма связи кремния с алкильной группой в виде валентной связи Si(C≡CH)₄ ν на дуплетных пиках 687 и 2056 см⁻¹ однозначно указывает на влияние процесса гелификации (Пг).

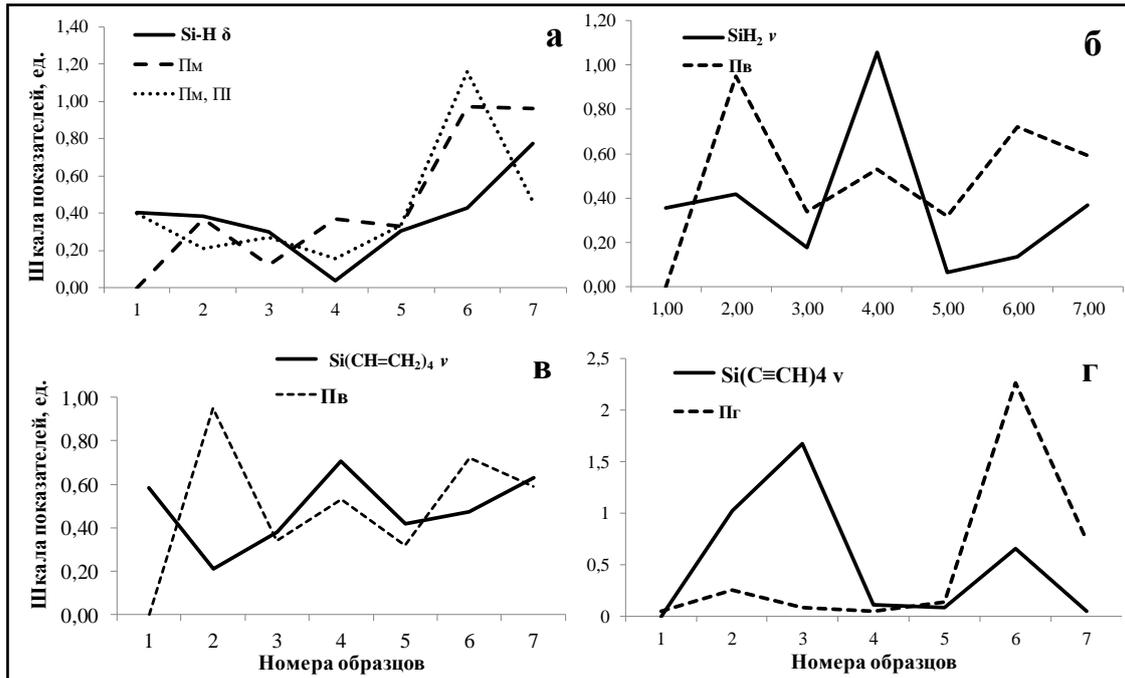


Рис. Графики изменения в образцах УФВ количества связей Si-H δ, SiH₂, Si(C≡CH)₄ ν, Si(CH=CH₂)₄ и структурно-генетических показателей Пм, Пв, Пг, ПП

Литература

1. Дмитриенко А.А., Исаева Е.Р. Структурные признаки углефикации органических веществ // Кокс и химия. – 2019. – № 12. – С. 9–13.
2. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных. Пер. с англ. - М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 438 с.
3. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. Физико-химические свойства, методики, библиография. – М.: Мир, 1976. – 541 с.
4. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. – М.: Мир, 1991. – 536 с.
5. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. – М.: МГУ, 2012. – 55 с.
6. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. Пер. с англ. - М.: Изд. иностр. Лит, 1963. – 590 с.
7. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия. Пер. с англ. - М.: Мир, 1892. – 328 с.
8. Дмитриенко А.А. Выявление кластеров химических соединений в углефицированном веществе на ИК-спектре – Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXIV Международного симпозиума им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 7-летию Победы в Великой Отечественной войне. Том 1 / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – С. 70–72.
9. Иванов В.П., Станкевич А.С., Школлер М.Б. и др. Восстановленность и петрографический состав углей Кузнецкого бассейна / Химия твёрдого топлива. – 2002. – № 4. – С. 3–19.
10. Иванов В.П., Школлер М.Б., Станкевич А.С. Изменение структурных характеристик и свойств кузнецких углей разной степени метаморфизма и восстановленности в процессе их окисления / Кокс и химия. – 2002. – № 5. – С. 4–11.
11. Иванов В.П. Оценка окисления мацералов кузнецких углей на основе ИК-спектроскопии // Кокс и химия. – 2004. – № 5. – С. 14–21.

ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД САКУНСКОГО ПЛУТОНА (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Досжанов С.И., Афонин И.В.

Научный руководитель - доцент П.А. Тишин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Сакунский плутон находится на северо-востоке Удоканского хребта в верховьях рек Читканда и Саку. Массив приурочен к границе Удоканского и Намингско-Чарского структурно-формационных блоков. Для рассматриваемого плутона характерна дугообразная форма. Его южная и юго-восточная части, которые сложены преимущественно щелочными породами, контролируются системой разломов меридионального простирания, а север и северо-запад массива – субширотными разломами [2, 3].