

РАМАНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ УГЛЕРОДНОГО ВЕЩЕСТВА
КОНТАКТОВО-МЕТАМОРФИЗОВАННЫХ ПОРОД ЗАЛЕЖИ ЛЕБЕЩИНА
(КАРЕЛИЯ)

Бискэ Н.С. (nataliabiske@yandex.ru), Колодей В.А. (kolodey@sampo.ru)

Карельское отделение. Институт геологии Карельского НЦ РАН

RAMAN SPECTRUM OF CARBONACEOUS MATERIAL FROM SOME
CONTACT METAMORPHIC ROCKS IN THE LEBESHCHINA DEPOSIT
(KARELIA)

Biske N.S., Kolodey V.A.

Karelian branch. Institute of Geology Karelian Research Centre RAS

Объектом исследования послужили высокоуглеродистые шунгитоносные породы Лебещинской залежи, интродуцированные мощным силлом габбро-долеритов. Залежь располагается в пределах Толвуйской синклинали Онежской палеопротерозойской структуры в низах разреза верхней подсвиты заонежской свиты людиковийского надгоризонта. Интрузии базитов совместно с вулканогенно-осадочными породами свиты участвуют в складчатости и метаморфизованы в условиях мусковит-хлоритовой субфации фации зеленых сланцев. Степень углефикации углеродного вещества (УВ) отвечает метаантрацитовой стадии. Породы залежи (метасапропелиты) имеют пелитоморфный облик и содержат до 60% углерода. Минеральная основа высокоуглеродистых пород состоит из переменных количеств кварца, альбита, серицита и хлорита. В контактах метасапропелитов с габбро-долеритами развиты псевдобрекчии, представленные фрагментами долеритов размером от долей сантиметров до 10 и более метров, погруженными в углеродистый матрикс, который облекает их и заполняет трещины как в обломках, так и в основной интрузии. Предполагается, что ведущим процессом образования псевдобрекчий явилось расслоение основного расплава по механизму вязкого сдвига при внедрении в высокоуглеродистые, способные к пластификации породы (Бискэ и др., 2004). Краевые зоны и фрагменты интрузива сложены афанитовыми аподолеритами, неравномерно обуглероженными, с реликтами миндалекаменной и микропорфировой структур. Непосредственно в контакте с силлом и его крупными фрагментами высокоуглеродистые породы ококсованы: имеют полигональную микростолбчатую, ориентированную перпендикулярно контакту отдельность и пористую или миндалекаменную структуру [Бискэ, 2009].

Материал для шлифов и аншлифов отбирался из ококсованного матрикса псевдобрекчии. Для регистрации спектров использовался рамановский дисперсионный спектрометр Nicolet Almega XR (Thermo Scientific). Длина волны излучения составляла 532 нм. После разложения

спектров определялись положение (центр), интенсивность (H), ширина на половине высоты и площадь (A) пиков, а также параметры $R1 (D1/G)_H$ и $R2 (D1/G+D1+D2)_A$ для определения степени структурной упорядоченности УВ (Beuysac, 2002, Аоуа, 2010). В области первого порядка (1,100-1.800 см⁻¹) полученные спектры содержат две широкие интенсивные полосы G (графитовая) на 1584-1607 см⁻¹ и D1 (алмазная) на 1344-1354 см⁻¹, а также три дополнительных пика «дефектов»: D2 в виде плеча на пике G, D3 (~1510 см⁻¹) и T (1152-1212 см⁻¹). Пик T присутствует только в спектрах наиболее слабоупорядоченного углерода, пик D2 напротив маскируется здесь широкой полосой G. Обычно очень широкий пик D3 обусловлен разупорядоченными кластерами sp³. Второй порядок спектра представлен двумя пиками S1 (~2700 см⁻¹) и S2 (~2900 см⁻¹). Сужение пика S1 и уменьшение интенсивности пика S2 связывают с увеличением размера кристаллитов (Wopenka, 1993). По характеру рамановского спектра и значениям структурных параметров УВ Лебещины соответствует турбостратному аморфному углероду.

Под микроскопом УВ изученных природных коксов весьма неоднородно. Основная его часть обособляется между скоплениями минеральных зерен или слагает включающую их матрицу, т.е. в микрообъемах породы присутствуют участки, где сохранилась тесная связь углеродного и минерального вещества. Кроме того, многочисленные пустоты в природных коксах заполнены миграционным УВ - как связанным с гидротермальными минералами, так и свободным. Последнее наименее структурно упорядочено: положение и ширина пика G - 1595-1605 см⁻¹ и 51-62 см⁻¹; ширина пика D1 - 65-100 см⁻¹; $R1=1,68-1,83$; $R2=0,72-0,79$; пик D3 четко выражен, а пики S1 и S2 едва заметны на линии спектра. Значения рамановских характеристик УВ варьируют как в пределах зоны коксования, так и в микрообъеме отдельного образца. Непосредственно в контакте с интрузией отмечается заметное возрастание степени упорядоченности УВ. В рамановских спектрах «жильных коксов», заполняющих трещины в аподолеритах, снижается интенсивность пиков D1 и D3; разрешается пик D2; значения R1 и R2 уменьшаются соответственно до 1.1 и 0.55; во втором порядке более резко обозначается пик S1. Наиболее отчетливые изменения наблюдаются в «динамически спокойных» участках экзоконтакта, где для УВ матрицы, связанного с кварцем, получены следующие значения структурных характеристик: $R1=0,22$; $R2=0,23$; положение и ширина пика G соответственно 1587 см⁻¹ и 22 см⁻¹; пик D3 очень слабый, пик T отсутствует; в области спектра второго порядка пик S1 узкий и интенсивный, в то время как пик S2 очень слабый. Здесь обнаружены выделения миграционного УВ с мозаичной структурой сходной со структурой нефтяного кокса. Для них определены: положение и ширина пика G - 1585-1587 см⁻¹ и 26-32 см⁻¹; ширина пика D1 - 35-52 см⁻¹; $R1=0,62-0,63$; $R2=0,45-0,49$. Таким образом, контактовый метаморфизм вызвал рост кристаллитов и привел к сокращению количества структурных дефектов, однако трехмерная структура углерода методом рамановской спектроскопии в изученном УВ не была установлена, что подтверждается рентгенографически – минимальная величина d002 УВ

составляет 0.342 нм. При определении температуры прогрева пород в плоскости контакта с помощью геотермометра, разработанного для контактового метаморфизма (Аоуа, 2010), были получены заведомо заниженные значения (~500°C), т.к. природные коксы формируются при сильном, но кратковременном термическом воздействии.

Бискэ Н. С. Природные коксы в залежах максовитов (Карелия, Заонежский п-ов). // Минерагения докембрия. Петрозаводск. КарНЦ РАН. 2009. С. 15-18.

Бискэ Н. С., Ромашкин А. Е., Рычанчик Д. В. Протерозойские пеперит-структуры участка Лебещина. // Геология и полезные ископаемые Карелии. 2004. КарНЦ РАН. Петрозаводск. Вып. 7. С. 193-199.

Аоуа М., Koukrtsu Y., Endo S., Shimizu H., Mizukami T., Nakamura D., Walls S. Extending the applicability of Raman carbonaceous-material geothermometer using data from contact metamorphic rocks. // Journal of Metamorphic Geology, 2010, v. 28, pp. 895-914

Beysac O., Goffe B., Chopin C., Rouzaud J. N., Raman spectra of carbonaceous materials from metasediments: a new geothermometer. // Journal of Metamorphic Geology, 2002, v.20, pp. 859-871.

Ferrari A. C., Robertson J., Interpretation of Raman spectra of disordered and amorphous carbon. // Physical review B, 2000, v. 61, No 20, pp. 14095-14107.

Wopenka B., Pasteris J. D. Structural characterization of kerogens to granulite-facies graphite: Applicability of Raman microprobe spectroscopy. // American Mineralogist, 1993, v. 14, pp. 533-577.