

**ПОЗДНЯЯ УГЛЕРОДИЗАЦИЯ  
АРШАНСКОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ****Данилова Ю.В.***Институт земной коры СО РАН, Иркутск, jdan@crust.irk.ru*

Углеродистые отложения широко представлены на площади юго-восточной части Восточного Саяна. Преимущественным распространением здесь пользуются черносланцевые образования осадочных, осадочно-вулканогенных толщ и покровов офиолитов раннепалеозойского возраста. Сопоставление геологического строения, литологических особенностей, структурно-текстурных и петрохимических характеристик свидетельствует о сингенетичном развитии углеродистых отложений в составе соответствующих толщ [1]. Отдельного внимания заслуживают объекты с другим, наложенным характером углеродизации проявленные в разломах, активизировавшихся в мезо-кайнозойский этап формирования Байкальской рифтовой зоны.

В исследованном фрагменте Тункинского разлома (Аршанская тектоническая зона) участки углеродизации представляют собой субвертикальные жилообразные тела серого и черного цвета, мощностью 5-10 метров. Коренные выходы высокоуглеродистых жильных тел трассируют зону разлома более чем на двадцатикилометровом отрезке. Эти специфические образования являются малоизученными в плане исследования углеродистого материала и природы углеродизации. В пределах жил максимальное количество дисперсного углеродистого вещества (УВ) сосредоточено в наиболее раздробленных и рассланцованных участках. Микроскопические наблюдения позволяют видеть, что УВ в материнских породах имеет флюидное происхождение, так как сосредоточено в трещинах и других местах несогласий [5]. В зонах интенсивной углеродизации отмечены небольшие, секущие прожилки новообразованного кальцита. Вмещающими для жил углеродистых тектонитов, являются кальцитовые и кальцит-доломитовые известняки, не затронутые процессом обуглероживания иногда крупнозернистые мраморизованные, но чаще сильно выветренные, разрушенные.

По изотопному составу углерода образцы из тектонической зоны близки между собой и попадают в интервал значений  $\delta^{13}\text{C}$   $-7.4 \dots -9.2$  ‰. Эти значения  $\delta^{13}\text{C}$  свидетельствуют о глубинном источнике поступления углерода.

Характер кривых ДТА и широкие интервалы выгорания свидетельствует о разнообразии видового состава УВ, связанного со сложным характером его преобразования в широком временном интервале. Пониженный в целом температурный интервал выгорания УВ ( $T_{\text{нач}}$  450-550°C и  $T_{\text{мах}}$  640-660°C) подтверждает гипотезу о малоглубинной Аршанской углеродизации конечных этапов формирования тектонической зоны.

По рентгенометрическим данным во всех образцах содержится аморфная фаза углерода, линии графита на рентгенограммах отсутствуют, соответственно весь углеродистый материал является рентгеноаморфным. Температурные интервалы выгорания твердого УВ позволяют отнести его к классу антраколит-керитов [2].

Кроме твердого углеродистого вещества отмечается постоянная примесь легких и летучих углеводородных фракций. В составе растворимого органического вещества (РОВ) из углеродистого материала тектонитов преобладают линейные углеводороды нормального и изо-строения. Специфичное распределение линейных углеводородов, наличие антрацена и фталатов в совокупности с отсутствием в РОВ органических S и N микроэлементов, а также O, S и N-содержащих гетероциклических соединений, однозначно указывает на их преимущественное глубинное происхождение. В одном из образцов установлен ряд кислородсодержащих органических соединений, природа происхождения которых в настоящее время остается дискуссионной, однако преобладание в составе РОВ органических маркеров, подтверждающих эндогенный характер углеродизации Аршанской тектонической зоны, позволяет относить кислородсодержащие органические соединения к продуктам термического преобразования и окисления углеродистого вещества в зоне глубинного разлома.

Химический состав высокоуглеродистых тектонитов варьирует от карбонатного к силикатно-карбонатному. Содержание элементарного углерода в породах варьирует от 0.3 до 4.93 %.

Отличительной особенностью углеродсодержащих тектонитов является повышенное относительно вмещающих карбонатных и вулканогенно-карбонатных толщ [4] и превышающее кларки карбонатных пород содержание микроэлементов. В углерод-карбонатных, углерод-кварц-карбонатных и углерод-кварц-мусковит-карбонатных породах повышено содержание (г/т, среднее) Ni (38), Co (6), Cu (28), Nb (10), Sc (18), Rb (38), La (18), Ce (45), U (10), F (1680). Во всех разновидностях, кроме тектонитов доломитового состава, повышено содержание Sr в среднем 86 г/т и Zr в среднем 67 г/т. В группах пород, где углеродистое вещество ассоциирует с кварцем и мусковитом повышено содержание (г/т, среднее) Ti (2550), V (64), Zn (73), Th (11). В мусковитизированных также отмечается повышенный Be (1.3). В углеродизированных тектонитах кальцитового состава и кварцсодержащих разновидностях повышено количество Mn в среднем 1800 г/т. В единичных образцах повышено содержание S, связанное, как правило, с сульфидами.

Электронно-микроскопическими исследованиями в углерод-карбонатной массе Аршанской тектонической зоны, а также в ее осветленных, очищенных от углеродистого вещества участках, представленных новообразованными кальцитовыми и доломитовыми прожилками установлены сульфиды (пирит, халькопирит), более распространены окислы Fe развитые по сульфидам. Установлены микровключения высокофористых и высокотитанистых мусковитов, F-апатитов и F-карбонатов с редкими землями (паризит) в углерод-карбонатной±(мусковит, кварц) массе. Проанализированы также уранинит, рутил и рутил с примесью V, барит и кальцит со Sr.

Углеродистое вещество из тектонитов Аршанской зоны, судя по минералого-геохимическим наблюдениям и анализу изотопного состава углерода, имеет абиогенное происхождение. Углеродизация пород на территории юго-восточной части Восточного Саяна связана с различными геотектоническими режимами. В одних случаях углеродонасыщение происходило на основных этапах развития осадочных и магматических формаций. В других, самородный углерод поступал в верхние горизонты литосферы по разлому в период последующей тектонической активизации. Несвойственная для карбонатных пород обогащенность самородным рентгеноаморфным углеродом и специфическая геохимическая нагрузка дают основание для вывода об участии автономных флюидных систем в деятельности глубинного разлома [3].

*Исследования выполнены при поддержке РФФИ (проект 09-05-00343).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беличенко В.Г., Бутов Ю.П., Добрецов Н.Л. и др. Геология и метаморфизм Восточного Саяна. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1988. 192 с.
2. Иванова В.П., Касатов Б.К., Красавина Т.Н., Розина Е.Л. Термический анализ минералов и горных пород. Л.: Наука, 1974. 388 с.
3. Летников Ф.А. Автономные флюидные системы континентальной земной коры // Доклады Академии наук. 2009. Т. 427. № 6. С. 810-813.
4. Летникова Е.Ф. Геохимическая специфика карбонатных отложений различных геодинамических обстановок северо-восточного сегмента палеоазиатского океана // Литосфера. 2005. № 1. С. 70-81.
5. Lindgren P., Parnell J. Petrographic criteria for fluid mobility of graphitic carbon in terrestrial and extra-terrestrial samples // Journal of Geochemical Exploration. 2006. V. 91. P. 126-129.