

Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы. Материалы Всероссийской конференции, 22–25 апреля 2008 г. – М.: ГЕОС, 2008. – 622 с.
ISBN 978-5-89118-412-5

Сборник содержит изложение докладов, представленных на Всероссийскую конференцию «Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы», апрель 2008 г. В представленных докладах изложены результаты широкого спектра исследований, выполненных в последние годы по различным аспектам проблемы дегазации Земли. Проблематика этих исследований включает: глобальные аспекты дегазации Земли и воздействие глубинной дегазации на процессы в приповерхностных оболочках Земли; геофлюидодинамические аспекты тектонического контроля, энергетики и механизмов процессов глубинной дегазации; флюидогеохимические аспекты источников вещества при формировании глубинных восстановленных систем, их эволюции и трансформации; роль глубинных флюидов в процессах нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции, включая эндогенные факторы полигенеза нефти и газа и их парагенезов. Возможные направления практического использования результатов исследований, представленных на конференции, включают не только геологические аспекты, связанные с оценкой, прогнозом и поисками нефтегазовых месторождений. В аспекте разрабатываемых идей углеводородной дегазации Земли ставятся проблемы оптимизации разработки нефтегазовых месторождений с оценкой и учетом масштабов перетоков углеводородов (восполнения залежей), вызванных процессами разработки.

Материалы публикуются при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.



Degassing of the Earth Geodynamics: Geofluids, Oil, Gas and their Paragenesis. Processings of the All-Russian Conference, April 22–25, 2008, Moscow. – Moscow: GEOS, 2008. – 622 p.

The volume includes the collection of brief papers, presented at the All-Russian Conference «Degassing of the Earth: Geodynamics, Geofluids, Oil, Gas and their Parageneses». The results of a wide range of the latest investigations, on different aspects of the problem «Degassing of the Earth» are presented in these publications.

These problems contains: global aspects of the Earth degassing and the effects of deep degassing on the processes in the superficial sphere of the Earth; geofluid aspects of the tectonic control, the energy and mechanisms for deep degassing processes; fluid-geochemical aspects of the source of the formation of deep reduction systems, their evolution and transformation; the role of deep fluids in the oil and gas generation and accumulation including endogenic factors of oil and gas polygenesis and their parageneses. The possibilities of the practical utilization of the results of the investigation on the problem: «Degassing of the Earth» contain not only geological aspects, connected with the new methods of estimation, the prognostifications and the exploitations of oil and gas accumulations. The problems of the optimization of oil and field exploitation with due regard for the hydrocarbon flows (replenishment of the deposits) caused by the exploitation processes are also considered.

This book is published at financial support of Russian Foundation for Basic Research.

© Коллектив авторов 2008

© ИПНГ РАН, 2008

© ГЕОС, 2008

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ГРАФИТИЗИРОВАННЫХ ПОРОД ХАНКАЙСКОГО ТЕРРЕЙНА, ПРИМОРЬЕ, КАК НЕТРАДИЦИОННОГО ТИПА МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

А.И. Ханчук, Л.П. Плюснина, В.П. Молчанов, Е.И. Медведев

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

The graphite occurring in Riphean metamorphic rocks of the northern part of the Khanka terrane was formed in process of a hypogene gas emanation and has been first studied for noble metals content. The gold and platinum concentrations in graphite bearing metamorphic rocks according to data of different physico-chemical analyses vary within a wide range: 0,01–30 ppm for gold and 0,01–52 ppm for Pt. The isotope composition of carbon in graphite and coexisting carbonates admits a polygenic source of carbon and noble metals.

В Ханкайском террейне широко распространены осадочные и метаморфические комплексы пород протерозойско-кембрийского возраста, вмещающие в северной части целый ряд известных ранее месторождений графита (Солоненко, 1951). Представления о возрасте этих пород менялось с течением времени от архейского до раннепротерозойского. Последние данные по Sm–Nd систематике позволили определить среднерифейский возраст наиболее древних пород гранулитовой фации (Мишкин и др., 2000). В пределах всего комплекса установлен ранний этап регионального метаморфизма низкоградиентного широкозонального типа в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций, возраст которого составил 730 млн. лет. Поздний этап метаморфизма от зеленосланцевой до гранулитовой фаций связан с коллизионными событиями на рубеже кембрия и ордовика (Ханчук и др., 2007). Судя по характеру проявления графитизации, можно предположить, что процесс региональной эндогенной углеродизации по времени совпадает с последним этапом метаморфизма.

В пределах изученного Ружинского разреза, расположенного севернее д. Тургенево, комплекс пород уссурийской серии сложен переслаиванием биотит-полевошпат-графитовых, гранат-биотит-графитовых, биотит-мусковит-полевошпатовых сланцев с мраморами и согласными инъекциями биотитовых и лейкократовых гранито-гнейсов и согласных даек лампрофиров габброидного состава. Во всех литологических разностях пород широко проявлены процессы наложенной графитизации в виде дисперсных фаз, мономинеральных жил и линзовидных включений. Характерно, что в метаосадочных кристаллических сланцах графит ориентирован согласно сланцеватости, в то время как в гранито-гнейсах преобладают секущие прожилки и линзовидные скопления. Содержание углерода варьирует от 1 до 39% масс. Важно подчеркнуть, что в слабо метаморфизованных филлитовидных и аспидных сланцах содержание графита варьирует в диапазоне от 1,5 до 4,74 % масс. Максимальные содержания углерода отмечены в сланцах, вмещающих наиболее крупное Тамгинское месторождение графита.

Для выяснения природы графитизации, проявленной в региональном масштабе в междуречье рек Тамга, Кабарга и Кедровка, изучен изотопный состав углерода в графите из пород амфиболитовой – зеленосланцевой фаций и в карбонатах из скарнов и кварц-карбонатных жил. Графиты из пород, развитых в ядре метаморфического купола, характеризуются устойчивыми значениями $\delta^{13}\text{C}$ в пределах $-8,5$ – $-8,7$ ‰ отмеченными во всех литологических разностях пород. Постоянство изотопного состава углерода свидетельствует, что заметного фракционирования изотопов углерода при графитизации не происходит. Низкие значения $\delta^{13}\text{C}$ близкие к -7 ‰ характерны для эндогенного корового источника углерода (Фор, 1989). Графит в черных сланцах тамгинской и орловской серий пород имеет еще более низкие значения $\delta^{13}\text{C}$ в диапазоне $-19,3 \div -26,6$ ‰. Близкие этим величины приведены в черных сланцах и битумах месторождения Вудфорд, Оклахома (Lewan, 1983), что говорит об органогенном происхождении углерода. Изотопный анализ углерода в карбонатах из скарнов и кварц-карбонатных жил ружинского и тамгинского разрезов отличается вариациями $\delta^{13}\text{C}$ в широком диапазоне: $-10,1 \div +5$ ‰. Причем наиболее низкие значения отмечены в скарнах ($-10,1 \div +6,4$ ‰), близкие к таковым в графите, что отражает метаморфический генезис углерода. Разброс значений $\delta^{13}\text{C}$ в кальцитах из кварц-карбонатных жил ($-2,3 \div +4,1$ ‰) обусловлен, по-видимому, переменным содержанием примеси графита и отсутствием фракционирования изотопов углерода между графитом и карбонатами (Фор, 1989).

ИК-спектры ружинского графита показали отсутствие органических соединений и аморфного УВ, что является следствием высокой степени метаморфизма, температура которой превышает 500°C . Методом фазового соответствия температура метаморфизма пород в ядре ружинского купола определена в диапазоне

570–620°C (Ханчук и др., 2007). Развитие глобулярных микроструктур в графите, наблюдаемых с помощью сканирующего электронного микроскопа, свидетельствует о кристаллизации графита в процессе охлаждения эндогенных углеродистых газов. Известно, что глобулярные микроструктуры формируются в процессе фазового перехода из газового состояния в твердое (Юшкин и др., 2003).

Широкое развитие в этих породах эндогенной углеродизации обусловило повышенное содержание в них благородных металлов. При изучении их содержания использовалось несколько методов физико-химического анализа: ионной масс-спектрометрии, атомно-абсорбционной, нейтронно-активационной и атомно-эмиссионной спектроскопии. Результаты определений, особенно металлов платиновой группы, выполненных различными методами, отличаются иногда на 1–2 порядка. Максимальные значения получены физическими методами, не требующими химпробоподготовки. В ходе химических методов анализа разложение исходных проб осуществлялось в окислителях типа HClO_4 , HF , BrF_3 и KBrF_4 . Образование металлоорганических и более прочных металлоуглеродных связей в графите приводит к потере металлов в ходе длительного кислотного разложения в форме летучих карбониллов или карбонил-хлоридов (Варшал и др., 1995, Плюснина и др., 2004). По данным анализа более 60 проб графитизированных пород ружинского разреза установлено присутствие широкого спектра благородных металлов: $\text{Au} - 0,0021\text{--}40$, $\text{Ag} - 0,002\text{--}4,4$, $\text{Pt} - 0,004\text{--}52$, $\text{Pd} - 0,002\text{--}7,31$, $\text{Ir} - 0,002\text{--}0,055$, $\text{Os} - 0,0011\text{--}0,09$, $\text{Ru} - 0,007\text{--}0,2$, $\text{Rh} - 0,001\text{--}0,74$ г/т. Для анализа Ag , Os , Ir , Ru и Rh использовался только один метод окислительного фторирования с помощью BrF_3 и KBrF_4 (Mitkin et al., 2000). Необходимо отметить, что полный спектр всех ЭПГ отмечен в черных сланцах и дайках лампрофиров и не характерен для гранито-гнейсов, мраморов, скарнов и кварц-карбонатных жил. По данным микрозондового анализа Pt присутствует в составе магнетита в пределах 0,08–0,20 % масс. в положительной корреляции с содержанием в нем REE.

Присутствие широкого спектра редких и рассеянных элементов (Ba , Sr , Rb , Zr , Cu , Zn , Hg , Ni , Ti , V , Mn , W , La , Ta , Nb , Re и др.) установлено в графитизированном комплексе ружинского разреза с помощью рентгено-флюоресцентного анализа. Наиболее высокие содержания этих элементов обнаружены в лампрофирах, где их суммарное содержание, включая также Hf , Tb , Y , U , Cd , Er , отсутствующих в других породах, достигает 1% масс. Наряду с ними в изученных породах присутствуют летучие компоненты: $\text{F} - 100\text{--}400$ г/т, $\text{Cl} - 40$ г/т, $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,48\%$ масс, $\text{SO}_3 < 0,1\%$ масс, свидетельствующие о возможной реализации газотранспортных реакций.

Золото в виде микроскопических выделений микронного и субмикронного размера нередко присутствует в скоплениях графита. Электронный анализ отдельной наиболее крупной золотины (до 1 мм в диаметре) обнаружил значительные колебания состава в различных точках зерна: $\text{Au} - 100\text{--}79,3$, $\text{Ag} - 0\text{--}22,02$, $\text{Cu} - 0\text{--}2,2$ % ат. Внутри данного зерна вскрыто включение графита, анализ которого также показал вариации состава в разных точках: $\text{C} - 57,92\text{--}71,75$, $\text{Au} - 0,46\text{--}17,40$, $\text{O} - 28,2\text{--}30,3$, $\text{Cl} - 0,25\text{--}2,06$, $\text{K} - 0\text{--}2,05$, $\text{Ca} - 0\text{--}1,70$, $\text{Si} - 0\text{--}1,70$, $\text{Al} - 1,70$ % ат. Неоднородность, обнаруженная в пределах одного зерна золота и графита, наличие в составе графита примеси кислорода и хлора свидетельствует об их кристаллизации из газовой фазы. Укрупнение кристаллов золота и графита является результатом собирательной перекристаллизации в ходе регионального метаморфизма. Слабое развитие процессов окисления и сульфидизации, восстановительный режим газотранспортных реакций, осуществляющих эмиссию углерода и металлов в процессе глубинной дегазации, обусловили отсутствие собственных минеральных форм платиноидов в изученных породах.

Таким образом, высокоуглеродистые породы северной части Ханкайского террейна характеризуются развитием площадной графитизации, с которой связаны

повышенные концентрации благородных металлов. По данным геолого-разведочных работ здесь выделен Лесозаводский графитоносный район общей площадью 1900 км² и три графитоносных узла: Тамгинский – 400 км², Тургеневский – 225 км² и Иннокентьевский – 100 км². Значительный вертикальный масштаб благородно-металльной и графитовой минерализации, региональное развитие последней позволяют рассматривать изученные графитизированные комплексы северной части Ханкайского террейна как новый источник благородных металлов.

Литература

- Варшалл Г.М., Велюханова Т.К., Корочанцев И.Г. и др. О связи сорбционной емкости углеродистого вещества по отношению к благородным металлам с его структурой // Геохимия. 1995. №8. С. 1191–1199.
- Плюснина Л.П., Кузьмина Т.В., Авченко О.В. Экспериментальное моделирование сорбции золота на углеродистое вещество при 20–500°C, 1 кбар. // Геохимия. 2004. №8. С. 864–873.
- Солоненко В.П. Геология месторождений графита Восточной Сибири и Дальнего Востока. М.: Изд-во геол. литературы, 1951. 382 с.
- Фор. Г. Основы изотопной геологии. М.: Мир, 1989. 585 с.
- Ханчук А.И., Плюснина Л.П., Молчанов В.П., Медведев Е.И. Благородные металлы высокоуглеродистых породах Ханкайского террейна, Приморье // Тихоокеанская геология. 2007. Т. 26, №1. С. 70–80.
- Mitkin V., Galizky A.A., Korda T.M. Some observations on the determination of gold and the platinum-group elements in black shales // Geostandards Newsletter. 2000. V. 24. P. 227–240.

РОЛЬ ГЛУБИННОЙ ДЕГАЗАЦИИ ЗЕМЛИ И ГЕОДИНАМИКИ В ФОРМИРОВАНИИ ГИДРОЛИТОСФЕРЫ

В.В. Хаустов

Курский государственный технический университет, 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

On the basis of studying connection of a geodynamic mode and structure of underground waters specificity of formation of underground hydrosphere of concrete regions is established. In earth rift structures it is carried out flow of ultrafresh juvenile waters from a mantle. In collision belts modern hydroterms are formed at participation mantle, revived, magmatic and metamorphic waters.

Дегазация Земли в настоящее время привлекает пристальное внимание многих ученых, так как именно флюиды и газы, а не расплавы, оказали решающее влияние на вынос элементов, наиболее важных для образования атмосферы, генерации гидросферы и возникновения жизни. В этой связи особую остроту приобретают вопросы влияния глубинных процессов на поведение приповерхностных систем.

Современная гидролитосфера весьма разнообразна по своему происхождению. При этом генезис неглубоко залегающих подземных вод выясняется достаточно просто и надежно, чего нельзя сказать о подземных водах зон замедленного, пассивного водообмена и глубоких дизъюнктивов. К последним приурочены углекислые, термальные воды, парогидротермы гейзеров и вулканов, рассолы и ультрапресные воды, генезис которых до сих пор остается предметом острых научных дискуссий. Центральным вопросом глубинной гидрогеологии является, безусловно, формирование и подток ювенильных вод.

Основные объемы ювенильных вод поступают в пределах мировой сети трещиноватости – планетарной рифтовой системы. Рифтогенный геодинамический режим вне всякого сомнения предопределяет формирование специфических гидрогеологических условий. Образовавшаяся в мантии ювенильная вода обладает минимальной минерализацией, что подтверждается глубоким анализом данных о