

**ХРОНИКА**

УДК 550.42

**ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ «ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  
ВОДА-ПОРОДА» (9–14 ИЮНЯ 2013 г., г. АВИНЬОН, ФРАНЦИЯ)**

***О.В. Чудаев, Г.А. Челноков***

*ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр. 100 лет Владивостоку 159, г. Владивосток, 690022; e-mail: chudaev@fegi.ru*

Поступила в редакцию 15 июля 2013 г.

Очередной международный симпозиум «Взаимодействие вода-порода» (WRI-14) прошел с 7 по 14 июня 2013 г., в г. Авиньон, Франция. В работе симпозиума приняло участие ученые из 23 стран. Труды симпозиума находятся в свободном доступе <http://www.sciencedirect.com/science/journal/18785220>.

Традиционно, симпозиумы «Взаимодействие вода-порода» проходят раз в три года в разных странах мира, включая Россию (Владивосток, ДВГИ ДВО РАН, 1995 г.), под эгидой международной ассоциации Геохимии. Инициатива проведения подобных симпозиумов принадлежит известному советскому гидрогеохимику, профессору МГУ им. М.В. Ломоносова М.Г. Валяшко. Тематика симпозиума, как правило, носит междисциплинарный характер и объединяет специалистов разных областей: геохимиков, гидрогеохимиков, биогеохимиков, минералогов, гидрогеологов и т.д., которые рассматривают влияние взаимодействия вода-порода-газ-органическое вещество на состав природных вод, а также физико-химические процессы, происходящие в этой системе. На симпозиуме в Авиньоне было зарегистрировано 261 участник, зачитано 147 докладов и представлено 87 стендовых докладов.

Среди основных направлений, которые обсуждались на симпозиуме, можно выделить три основных: фундаментальные вопросы взаимодействия вода-порода; взаимодействие вода-порода в специфических условиях; экологические проблемы. Первое направление исследований включало следующие темы: термодинамика и кинетика; миграция воды в трещиноватых зонах; взаимодействие поверхности минерала и воды; биогеохимические аспекты взаимодействия вода-порода; развитие техники измерения стабильных и радиогенных изотопов; экспериментальное лабораторное и полевое оборудование; моделирование

процессов взаимодействия вода-порода и др. Второе направление включало следующие основные темы обсуждения: вода в магматических процессах; глубокие флюиды и геотермальные системы; рудные отложения и процессы рудообразования; взаимодействие вулканических флюидов с породами; химия поровых вод в осадочных бассейнах и др. Экологическое направление рассматривало вопросы, связанные с ресурсами вод и их качеством; эксплуатация геотермальных ресурсов; экологические вопросы эксплуатации сланцевого газа и нефти; воздействие отходов горнодобывающих предприятий на окружающую среду и способы уменьшения риска этого воздействия; радиоактивные отходы, их захоронение и преобразование со временем; геологические и геохимические последствия захоронения углекислого газа и другие вопросы.

Хотелось бы остановиться на нескольких ключевых заказных докладах, которые были бы интересны для широкого круга читателей «Тихоокеанской геологии». Во-первых, следует отметить, что симпозиум проходил в годовщину 150-летия со дня рождения великого русского ученого В.И. Вернадского. В связи с этим профессор Оксфордского университета Mike Edmunds выступил с инициативой провести специальную сессию, посвященную В.И. Вернадскому на данном симпозиуме. Эта инициатива нашла широкую поддержку как у организаторов симпозиума, так, естественно, и у российских участников. Надо сказать, что это редкий случай, когда инициатива о проведении подобных заседаний, посвященных вкладу российских ученых в мировую науку, исходит от иностранцев. Вклад В.И. Вернадского в мировую науку, в частности в геохимию природных вод, настолько велик, что специалисты, знакомые с наследием В.И. Вернадского, понимают это и стараются донести до широкой научной общественности.

Сессию, посвященную В.И. Вернадскому открыли заказные доклады: Майка Эдмундса и Анны Богуш: «В.И. Вернадский – пионер взаимодействия вода-порода»; О.В. Чудаева, С.Л. Шварцева и Б.Н. Рыженко: «Выдающийся вклад В.И. Вернадского в современную гидрогеохимию»; доклад С.Л. Шварцева: «Система вода-порода-газ – органическое вещество в понимании В.И. Вернадского». В своем докладе М. Эдмундс по достоинству оценил вклад В.И. Вернадского в геохимию, биологию, экологию и др. науки и подчеркнул, что многие идеи этого великого ученого западной научной общественностью осознаются только сейчас, хотя его вклад только в биологию сопоставим с вкладом Ч. Дарвина. Одной из причин позднего «открытия» за рубежом В.И. Вернадского, по мнению М. Эдмундса, является языковой барьер. Следует отметить, что учение о биосфере опубликовано на английском языке только в 1997 г., а книга «История природных вод» на английском языке еще не опубликована. Доклад О.В. Чудаева (ДВГИ ДВО РАН) был посвящен анализу книги В.И. Вернадского «История природных вод», впервые опубликованной в России в 1933 г. Последнее переиздание этой книги было сделано в 2003 г. под редакцией профессора С.Л. Шварцева. Не вдаваясь в подробности данного доклада, отмечу, что В.И. Вернадский придавал особое значение воде и гидросфере в строении и истории Земли. Он писал, что нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных геологических процессов. В докладе затронуты три основных фундаментальных направления изучения воды, которым В.И. Вернадский придавал особое значение: природные воды как минералы; геохимия природных вод; воздействие человека на природные воды. Многие научные воззрения, которые понятны сейчас и кажутся очевидными, не были таковыми в 30-е годы прошлого столетия, когда писалась эта книга. Например, В.И. Вернадский уже тогда предвидел, что человек в будущем все активнее будет вмешиваться в гидросферу, что приведет фактически к появлению новых геохимических типов воды как на поверхности, так и на глубине. Такие воды В.И. Вернадский предлагал называть культурными. В настоящее время мы знаем, что в густонаселенных и промышленных районах преобразованы не только поверхностные воды, но и подземные до глубин 2 км и более. Вернадский В.И. выделял 485 минерала воды и полагал, что в природе будут открываться все новые минеральные виды и их количество будет возрастать. Конечно, традиционное понимание минерала трудно применимо к жидкой воде, но если учесть, что в процессе взаимодействия воды с горными породами геохимическая эволюция ее идет в стро-

гом соответствии с появлением вторичных равновесных минеральных фаз, когда строго определенному составу воды соответствуют определенные вторичные равновесные минералы, то доля истины в предположениях В.И. Вернадского есть. Доклад С.Л. Шварцева (ТПУ, г. Томск) был посвящен фундаментальной проблеме взаимодействия вода-порода-газ-органическое вещество в свете учения В.И. Вернадского и новым результатам, полученным в современной гидрогеохимии и биогеохимии. Завершилась сессия, посвященная В.И. Вернадскому прекрасным документальным фильмом о нем, который презентовала директор музея В.И. Вернадского (ГЕОХИ РАН) И.Н. Ивановская. Следует отметить, что сессия, посвященная юбилею В.И. Вернадского, вызвала большой интерес среди участников симпозиума.

Живой интерес вызвал пленарный доклад известного гидрогеолога и гидрогеохимика из Геологической службы США Й. Карака (Dr. Y. Kharaka), посвященный экологическим проблемам добычи сланцевого газа в США. В Северной Америке уже более 20 лет ведется коммерческая добыча сланцевого газа, она началась в Техасе в 1991 г. (площадь Barnett shale). Известно, что США занимают второе место в мире (24 трл куб. м), после Китая (35 трл куб.м), по запасам сланцевого газа. На долю добычи сланцевого газа в США в 2011 г. уже приходилось 30 % среди всего добываемого газа. К 2030 г. планируется увеличить долю до 50 %. Добыча сланцевого газа требует большого объема воды, так как используется технология гидроразрыва сланцевого пласта. Например, для Barnett shale, где пробурено около 1000 скважин (в основном горизонтальных) требуется около 10 млн куб. м. воды в год. Для этой цели используются подземные воды, в Техасе – это захороненные рассолы с минерализацией до 200 г/л. Среди экологических рисков в результате добычи сланцевого газа возможны загрязнение поверхностных и подземных вод, используемых для питьевых целей, рассолами при их утечке. Используемые рассолы сами по себе содержат высокие концентрации солей, в том числе повышенные концентрации тяжелых металлов, фенолов, радона и других вредных компонентов, но для повышения газоотдачи в раствор дополнительно добавляются химические реагенты, что может привести к серьезному заражению окружающей среды. Другая экологическая проблема – возникновение слабых землетрясений, возникающих как при гидроразрыве, так и в результате образования пустот при освобождении газа. Безусловно, данное влияние сильно зависит от геологического строения района. Так, для Техаса оно минимально, в Колорадо зарегистрировано землетрясение 4 балла по шкале Рихтера, правда, пока не доказано,

что это связано напрямую именно с добычей газа. В районе добычи при бурении и добыче отмечается повышенный шум, а так как это происходит в обжитых районах и на небольшой глубине, то это создает определенные экологические проблемы населению и животному миру. По данным докладчика, Геологическая служба США совместно с другими агентствами на протяжении длительного времени детально изучали гидрогеологию предполагаемого района добычи сланцевого газа. На это выделялись значительные средства. Мониторинг проводится и в настоящее время. Благодаря соблюдению технологий бурения из 211 скважин, за которыми велось наблюдение в Техасе, значительных нарушений экологии в результате бурения практически не было. Питьевые воды как поверхностные, так и подземные не пострадали. Тем не менее, И. Карак подчеркивает, что, прежде чем начинать освоение площадей под сланцевый газ, необходимо серьезное научное изучение подземной гидросферы, чтобы избежать серьезных экологических последствий.

Среди пленарных докладов оживленную дискуссию вызвало сообщение японских ученых из университета Тохоку, посвященное поведению флюидных систем  $H_2O$  и  $H_2O-CO_2$  в критическом состоянии. Прямые наблюдения за поведением этих систем были проведены в специально сконструированном автоклаве с сапфировыми «окнами», прозрачными для спектроскопических наблюдений. Было показано, что в интервале световых волн 350–1050 nm наблюдается резкое уменьшение интенсивности волн в критической точке и она, например для чистой воды, соответствует 375.7 °C, а не 374.15 °C, как было принято считать. Вблизи критической точки вода остается относительно гомогенной, не отвечая в полной мере ни чисто жидкой фазе, ни паровой. Показан молекулярный механизм этого состояния. Подобный эксперимент показал возможность использования спектроскопии для определения даже *in situ* критического и надкритического состояния природного флюида при различных геологических процессах. Эксперименты по растворению гранита и кварца во флюиде в надкритическом состоянии показали, при каких физико-химических условиях происходит разделение фаз на паровую и жидкую. Авторы показали важность проведенных экспериментов для понимания процессов минералообразования и рудообразования в гидротермальном процессе и формирования метасоматитов во вмещающих породах.

Традиционно в последние 10 лет на совещании широко была представлена тематика, посвященная утилизации углекислого газа в подземные воды, особенно активно этот вопрос разрабатывается в США. Геологическая служба США на примере захороненных соленых вод Техаса проводит подобные опыты и ведет обширный мониторинг по изменению состояния этих вод и вмещающих пород.

Широко обсуждались новые данные по растворимости минералов в различных природных и экспериментальных условиях, изотопное фракционирование в системе взаимодействия вода-порода-органическое вещество в приложении к конкретным районам исследования, состав и гидрогеологические условия формирования подземных вод в различных климатических и ландшафтных зонах.

В вечернее время чрезвычайно популярной была секция стендовых докладов. Интерес к ней подогревало еще и то, что организаторы учредили премию имени мексиканского геохимика Игнасио Альваро за лучший стендовый доклад. Комиссия из пяти авторитетных ученых со всего мира каждый вечер оценивала постеры по следующим критериям: качество научного материала, простота изложения, композиция и эстетика. Из 87-и представленных стендовых докладов 15 были российскими, а лучшим был признан стендовый доклад молодых ученых из Томского политехнического университета Ирины Ивановой и Олеси Лепокуровой.

В заключение отметим, что российская делегация была третьей по численности, особенно много молодых специалистов было из Томского политехнического университета. Надо отметить, что областная администрация Томской области оказала значительную материальную поддержку молодым ученым. Традиционно на последнем заседании путем голосования выбиралось место проведения следующего симпозиума. Заявки были поданы от Португалии, России (г. Томск) и США. Конкурс проходил в напряженной борьбе, представители стран-претендентов делали презентации, отвечали на вопросы аудитории. Пришлось организовывать два тура голосования. Во второй тур вышли Португалия и Россия. В результате с перевесом всего в один голос победила Португалия. Таким образом, следующий симпозиум взаимодействие вода-порода (WRI-15) пройдет в Португалии в 2016 г.