Рифтогенное единство ультрапресных вод и углеводородов Байкальского региона

Диденков Ю.Н., Проскурякова З.В.

Иркутск, Россия, E-mail: Sphira@rambler.ru

Хаустов В.В.

Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

Мартынова М.А.

Санкт-Петербург, Россия

Черенева В.А.

Иркутская нефтедобывающая компания, Иркутск, Россия

АННОТАЦИЯ: В выполняемых исследованиях обосновывается существование в рифтовых геодинамических условиях источника возобновляемых ультрапресных вод и углеводородов. Исследования осуществляются на основе разработанных принципов структурно-гидрогеологического анализа и результатов имитационного термодинамического моделирования с использованием программного комплекса «Селектор». Основная выявленная закономерность позволяет сделать вывод о том, что наиболее необходимые человечеству исследуемые природные ресурсы обязаны своим происхождением одним и тем же геологическим процессам, сопровождающим современную дегазацию планеты.

Riftogenic unity of ultra-fresh waters and hydrocarbons of the Baikal region

Didenkov Yu.N., Proskuryakova Z.V.

Irkutsk, Russian Federation, E-mail: Sphira@rambler.ru

Haustov V.V.

Southwestern State University, Kursk, Russian Federation

Martynova M.A.

St. Petersburg, Russian Federation

Chereneva V.A.

Irkutsk oil company, Irkutsk, Russian Federation

ABSTRACT: The performed studies substantiate the existence of a source of renewable ultrapress water and hydrocarbons in rift geodynamic conditions. The studies are carried out on the basis of the developed principles of structural and hydrogeological analysis and the results of thermodynamic simulation using the Selector software package. The main revealed regularity allows us to conclude that the most studied natural resources necessary for mankind owe their origin to the same geological processes that accompany modern degassing of the planet.

ВВЕДЕНИЕ

Вода и углеводороды в настоящее время – главные природные ресурсы. Нет таких аспектов существования человечества, которые не нуждаются в их потреблении. Сегодня с полным основанием следует говорить о фундаментальной ценности воды, поскольку она является незаменимым и не заменяемым ресурсом. При этом ни экономика, ни сама жизнь не могут существовать без нее. Не менее потребляемым ресурсом выступают углеводороды с широким спектром их использования. В то же время обострение дефицита пресной воды в настоящее время стало касаться значительной части населения Земли, а результативное проведение геологоразведочных работ на нефть и газ нуждается в коренной смене взглядов на их происхождение и локализацию.

Современный период характеризуется активной подготовкой научной революции по смене органической парадигмы нефтегазовой геологии в нашей стране на теорию неорганического происхождения нефти, заложенную вели-

кими российскими и советскими учеными: Д.И. Менделеевым, Н.А. Кудрявцевым, Б.В. Порфирьевым, П.Н. Кропоткиным и их последователями. Сегодня формулируются современное звучание теории глубинного абиогенно-мантийного происхождения нефти и газа, и, основанные на глубинных генетических критериях нефтегазообразования, методы прогнозирования нефтегазоносности недр, технологий поисков, разведки и освоения глубинной нефти.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Байкальский регион в общепланетарном масштабе обладает уникально пресноводной гидросферой, включая ее центральное звено – озеро Байкал. Запасы пресной воды только в озере составляют 19% мировых и 90% российских. В то же время в число уникальных характеристик озера входят природные выходы нефти и газа в шельфовой зоне, а также открытия все новых и новых районов присутствия в донных отложениях газовых гидратов. Основ-

ные очаги проявления углеводородов – высачивания нефти на мысе Горевой Утес и мысе Толстый; газовый сип на Посольской банке. Исследования Лимнологического института СО РАН показали, что здесь разгружаются и глубинные воды. В кернах донных отложений обнаружены узколокализованные каналы, содержащие подземные воды, значительно отличающиеся по составу от поровых вод вмещающего осадка в том же интервале. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что на дне Байкала как совместно с углеводородами, так и отдельно, происходит разгрузка глубинных вод. Очаги разгрузки приурочены к зонам активных разломов фундамента впадин и их горного обрамления («плечей» рифта).

Приуроченность региона к одноименной рифтовой зоне обуславливает исследование особенностей формирования уникальных гидрогенных и углеводородных систем с позиций дегазационной теории Земли и флюидной геодинамики, являющихся ведущими процессами, объединяемыми понятием рифтогенез. Комплекс современных исследований глобальной дегазации Земли может быть представлен в следующем виде (рис. 1). Он включает и происхождение рассматриваемых в настоящем сообщении продуктов Байкальского рифтогенеза – возобновляемых ресурсов ультрапресных вод и углеводородов.

Рис. 1. Современные направления исследований глобальной дегазации Земли

Байкальская рифтовая зона занимает протяженный (более 2500 км) S-образный участок на востоке евразийского континента от Северной Монголии до отрогов Алданского щита и Станового хребта (Россия). В геоморфологическом отношении – это система чередующихся впадин и хребтов (от Бусийнгольской до Токкинской). В тектоническом отношении регион является подвижным поясом земной коры, начавшим свое развитие в архее-протерозое и продолжающим его в настоящее время, о чем свидетельствуют четвертичные вулканические образования и повышенная сейсмическая активность, а также современная гидротермальная деятельность.

Выполняемые исследования основываются на принципах структурно – гидрогеологического анализа (Степанов, 1989; Диденков, 1997, 2005). Развивая принципы анализа с позиций дегазационной теории и флюидной геодинамики, его современное содержание представляется следующим: 1) исследование происхождения и развития гидрогеологических структур; 2) определение генетического облика и эволюции

состава природных вод; 3) проведение структурно-гидрогеологического районирования на основе установленных закономерностей формирования подземных вод; 4) выявление гидрогеологических структур, благоприятных для локализации месторождений подземных вод различного целевого использования; 5) разработка современных методов решения водно-экологических проблем. Структурно-гидрогеологический анализ предусматривает всестороннее изучение состава природных вод, сопровождающееся имитационным компьютерным термодинамическим моделированием процессов их образования и эволюции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Большой фактический материал свидетельствует о том, что глубоким разломам в рифтовых зонах свойственны низкоминерализованные воды. Современным рифтовым структурам и их палеоаналогам (рифты Байкальский, Момский, Западно-Сибирской плиты, срединно-океанических хребтов) характерны инверсионные

гидрогеохимические разрезы. В частности, это отчетливо прослеживается по глубоким скважинам в пределах Усть-Селенгинской впадины Байкальского рифта, где минерализация подземных вод может снижаться до 0,13 г/дм³ на глубине более 1750 метров, а содержание водорода в газовой фазе достигать 100% [1]. Кроме того, установлено, что к рифтогенным системам фундамента Западно-Сибирской плиты (Обь-Пуровская и Уренгой-Тазовская) приурочены как зоны опреснения подземной гидросферы, так и располагающиеся в осадочном чехле крупнейшие газовые месторождения. Современные гидротермы рифтов (Исландия, Байкальский рифт, Восточно-Африканская рифтовая система, рифтовая зона Фэнвэй и др.) в отличие от гидротерм зон субдукции, также пресноводны. Не согласован и солевой баланс вод оз. Байкал. Величина минерализации воды озера (0,096 г/дм³) ниже средней минерализации впадающих в него рек (0,117 г/дм³). Объем ультрапресного ювенильного питания оценен в 17,5 км³/год, что соответствует примерно 30% от общего стока из озера через р. Ангару [2].

Вышеизложенные факты, как и значения изотопного соотношения гелия ($\sim 9 \cdot 10^{-6}$), не укладываются в схему образования пресной гидросферы только за счет атмосферных осадков или под влиянием флюидов, формирующихся только в земной коре. В проводимых исследованиях обосновывается существование единого глубинного источника, как опреснения, так и образования углеводородов.

Благодаря работам многих поколений ученых в нефтегазовой геологии в настоящее время сформировались две самостоятельные, взаимоисключающие концепции происхождения нефти и газа. Согласно органической концепции, нефть и газ образуются из органических веществ (ОВ) в течение длительного геологического времени (от десятков до сотен миллионов лет) в условиях воздействия повышенных температур, давлений и концентраций ОВ. Неорганическая концепция утверждает, что углеводороды (нефть и газ) синтезируются из неорганических веществ (карбонатов, CO₂ и других углеродосодержащих веществ) на больших глубинах в мантии при температурах выше 1000°C и давлении в десятки килобар. Учитывая, что основные реакции синтеза воды в этих условиях протекают по реакциям с одновременным образованием метана и воды:

исследователи формулируют вывод о сопряженности процессов метано- и океанообразования, а также образования гидросферы и углеводородов в целом [3].

Однако, существуют вопросы, которым, на наш взгляд, несмотря на их весьма существенное значение, не уделяется должное внимание. Главными из них выступают состав и минерализация формирующейся воды.

В настоящее время общепризнанно существование, прежде всего в условиях рифтогенеза, локализованных эндогенных углеводородных флюидов, обязанных своим происхождением дегазации планеты. При рифтогенезе – классической обстановке генерации ювенильных вод, вместе с водой в состав “первичного водного флюида” входят такие газы, как CO₂, CO, CH₄, H₂, N₂, соединения серы. Растворяясь в воде в соответствии с термобарическими условиями недр, они определяют ее первичный анионный состав, причем особая роль в этом процессе принадлежит CO₂. В результате взаимодействия воды с углекислотой в ней появляются ионы HCO₃⁻ и CO₃²⁻, происходит смещение pH в область кислых значений, и, с учетом очень высокой температуры, вода становится агрессивной по отношению к вмещающей геологической среде. Эта горячая, насыщенная агрессивной углекислотой вода вступает во взаимодействие с горными породами, которые, как правило, в рифтовых структурах представлены основными и ультраосновными группами. За счет разложения алюмосиликатов и постепенного накопления ионов Na⁺ (и K⁺):

(поступлению в воду кальция и магния препятствует низкая растворимость их карбонатных соединений) вода приобретает нейтральную или щелочную реакцию и существенную роль в ее составе начинают играть карбонаты (гидрокарбонаты) натрия (калия). В то же время горячие воды, недонасыщенные солями кальция, оказываются благоприятной средой для миграции фтора и кремния.

Имитационным моделированием процессов формирования гидрогенных и углеводородных систем в рифтовых геодинамических условиях установлены закономерности преобразования состава эндогенного флюида при его подъеме от источника до разгрузки в оз. Байкал. Показано, что восходящий поток, имеющий более низкую минерализацию, при соответствующих соотношениях способен разбавлять воды оз. Байкал, обогащать растворенными газами – азотом, водородом и метаном, а также формировать естественные выходы нефти и газа на шельфе и в горном обрамлении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Структурно-гидрогеологические материалы (уникальная пресноводность подземной и поверхностной гидросферы, колоссальные мощности зоны пресных вод в рифтовых впадинах, инверсионность гидрогеохимических разрезов, гидротермальная деятельность, специфика микрокомпонентного и газового состава современных гидротерм, мантийные «метки», грязевый вулканизм, присутствие газогидратов, проявления углеводородов, несходимость солевого баланса оз. Байкал), а также результаты физико-химического моделирования, свидетельствуют об участии флюидной компоненты, обеспечивающей возможность существования на современном этапе кайнозойского рифтогенеза эндогенного возобновляемого источника пресных вод [4], обуславливающего как пресноводность гидросферы рассматриваемого региона в целом, так и сохранение уникального состава вод рифтовых озер Байкала и Хубсугула и продолжение в них активного эндемичного видообразования.

Результаты моделирования позволяют выделить две равноправные ветви глубинной дегазации Земли. Первая – углеводородная, сопровождается накоплением углеродистых образований, формированием месторождений нефти, газа и конденсата. Со второй, водно-углекислой ветвью, связано накопление карбонатов и газогидратов, но, в первую очередь, – существование источников ультрапресных ювенильных вод.

Материалы выполняемых исследований свидетельствуют о том, что оба природных ресурса, в которых наиболее нуждается человечество, – пресная вода и углеводороды – рождаются в результате одних и тех же геологических процессов, в одних и тех же геодинамических условиях и геологических структурах [5-10]. Оба эти вещества возобновляемы, поскольку происходящие процессы являются следствием естественного геологического развития планеты, и человечеству в обозримой перспективе не грозит ни водный, ни энергетический кризисы. Однако, потребление этих ресурсов должно осуществляться с обязательной реализацией гидросферного базиса, исключающего истощение и загрязнение природных вод, с осознанием их экзо- и эндогенного генетического облика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диденков Ю.Н., Бычинский В.А., Ломоносов И.С. Структурно-гидрогеологические и физико-химические основы формирования пресноводной гидросферы Байкальского рифта // Фундаментальные проблемы современной гидрогеохимии (Труды Международной конференции, посв. 75-летию юбилею гидрогеохимии). – Томск: Изд-во науч.-техн. лит-ры, 2004. – С. 240-247.
2. Диденков Ю.Н., Мартынова М.А., Пшенникова Н.А., О возможном участии ювенильных вод в питании озера Байкал //Геология, поиски и разведка полезных ископаемых. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – С. 67-70.
3. Румянцев В.Н. Водород и углерод в ядре Земли (к проблеме абиогенного синтеза углеводородов в глубинных условиях) // VI-е Кудрявцевские Чтения - Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти и газа. Москва, 2018. С. 321-325.
4. Диденков Ю.Н., Бычинский В.А., Ломоносов И.С. О возможности существования эндогенного источника пресных вод в рифтовых геодинамических условиях //Геология и геофизика, т.47, №10. Новосибирск: Гео, 2006, с. 1114-1118.
5. Хаустов В.В., Мартынова М.А., Диденков Ю.Н. О пространственном совпадении гидрогеохимических инверсий с рифтогенными структурами и поясами нефтегазоаккумуляции. Электронный журнал «Глубинная нефть», Том II-№5, 2014 г. – С. 710-722.
6. Диденков Ю.Н., Вергун А.В., Хаустов В.В., Проскуракова З.В. Структурная гидрогеология Байкальской рифтовой системы //Известия Юго-Западного государственного университета. Серия техника и технология. № 3. Ч. 2. – Курск, 2013. – С. 118-127.
7. Диденков Ю.Н., Мартынова М.А., Хаустов В.В., Проскуракова З.В. Структурно-гидрогеологические аспекты рифтогенеза в Центральной и Восточной Азии //Комплексные проблемы гидрогеологии (Материалы докладов научной конференции). – СПб., 2013. – С. 43-46.
8. Диденков Ю.Н., Чудненко К.В., Бычинский В.А. Эндогенный флюид как возможный источник пресных вод в рифтовых геодинамических условиях // Дегазация Земли: геофлюиды, нефть и газ, парагенезы в системе горючих ископаемых (Материалы междунар. конф., Москва, 30-31 мая - 1 июня 2006 г.). – М.:ГЕОС, 2006. – С. 97-100.
9. Yu.N. Didenkov, V.A. Bichinsky, I.S. Lomonosov. Endogenous renewable source of fresh water in rift geodynamic settings. Processing of 36th IAH Congress, October, 2008 Toyama, Japan Integrating Groundwater Science and Human Well-being. P. 792-797.
10. Yu.N. Didenkov, V.A. Bichinsky, I.S. Lomonosov. The Endogenous Renewed Source of Fresh Water in Rifting Geodynamic Conditions// Symposium of XVI Kerulen International Conference of Geology. Beijing, China: Geological Publishing House, 2009. P. 105-107.