

8. Шварцев С.Л., Лепокурова О.Е., Копылова Ю.Г. Геохимические механизмы образования травертинов из пресных вод на юге Западной Сибири // Геология и геофизика, 2007, т.48, №8. С.852-861.
9. Шварцев С.Л., Лепокурова О.Е. Уникальные щелочные воды в Чулымском бассейне (Западная Сибирь) // ДАН. 2014. Т.459. №3. С. 357–362.
10. Шварцев С.Л., Рыженко Б.Н., Алексеев В.А. и др. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода: в 5 томах. Т. 2: Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2007. 389 с.
11. Шварцев С. Л., Хрюкин В. Т., Домрочева Е. В. и др. Гидрогеология Ерунаковского района в связи с проблемой добычи угольного метана // Геология и геофизика. 2006. Т.47. №7. С.881-891.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАБАССЕЙНА

В.М. Матусевич¹, В.К. Попов², Л.А. Ковяткина¹

¹Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, Россия, E-mail: vyru@mail.ru
²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Аннотация. С началом планомерного освоения нефтегазового потенциала Западной Сибири, открытием первых крупных месторождений связано всестороннее изучение химического и газового состава, температуры, уровней, давлений и дебитов подземных вод в глубоких скважинах. По мере накопления данных формируется новая отрасль гидрогеологии, ее разделы. Общие представления о гидрогеологических условиях ЗСМБ трансформируются в новые теории. Пересмотрено строение ЗСМБ с позиций геодинамики, разработаны поисковые критерии регионального и локального прогноза нефтегазоносности по гидрогеологическим данным, на основании теории ореолов рассеяния водорасторенного вещества сформулированы методические основы поисков «пропущенных» залежей, разрабатываются концептуальные вопросы техногенных преобразований гидрогеосферы в нефтегазоносных районах.

Abstract. The systematic study of the oil and gas potential of Western Siberia, the opening of the first fields to promote the study of chemical and gas composition, temperature, level, pressure and flow of underground water in deep wells. With the accumulation of data, formed a new branch of hydrogeology. Common understanding of the groundwater transformed to the new theories. Revised structure of the pool from the point of geodynamics, developed the hydrogeological search criteria for regional and local forecast oil and gas potential. Scattering theory substances with water flows helped to open new oil fields. Develop the concept of man-made changes in the groundwater of oil and gas fields.

Основополагающие гипотезы и теории в нефтегазовой гидрогеологии сложились во второй половине 20-ого века и связаны с именами крупных ученых - нефтяников и гидрогеологов. Этапы становления и направления в этой отрасли отражены во многих публикациях того времени и современности [1-7].

Отправной точкой для изучения подземных вод глубоких горизонтов, их условий формирования, состава, влияния на нефтегазообразование и миграцию углеводородов в ЗСМБ послужило начало поисково-разведочных работ на нефть и газ и сопутствующие (попутные) поиски других полезных ископаемых.

Геохимические и геотермические исследования дополнили картину поисков залежей УВ в геологическом пространстве. Теории гидрогеохимических и гидрогеотермических показателей регионального и локального прогноза нефтегазоносности, доказанные опытным путем, способствовали выявлению многих нефтяных пластов и месторождений. Ореолы рассеяния органического вещества и микроэлементов в водной среде позволили открыть сотни «пропущенных» при

бурении залежей, смещенные водными потоками от сводовых частей ловушек на крылья [5].

В свете начинающей господствовать в 21-ом веке теории глубинного образования нефти подземные водные флюиды в комплексе с термобарическими условиями вносят свой вклад, как в формирование, так и в эмиграцию УВ с больших глубин в технически доступные пласты. Более того, в глубоких скважинах в низах осадочного чехла и в фундаменте обнаружены высокопроницаемые пласты, пористость которых во многом обязана своим зарождением химической активности водных растворов, их «всюдности». Без участия воды не работает ни одна теория и технология разработки залежей УВ. Все эти вопросы лежат в поле интересов отрасли гидрогеологии, получившей название «нефтегазовая гидрогеология».

Фундаментальные вопросы нефтегазовой гидрогеологии заложены в трудах А.А.Карцева, В.Н.Корценштейна, Г.М.Сухарева, Л.М.Зорькина, М.И. Субботы, Л.Н.Капченко, С.Б. Вагина, В.М. Швеца, Е.А.Барс, Ю.П.Гаттенбергера, А.Р.Ахундова, А.М.Никанорова, В.П.Зверева и многих других.

Нефтегазовая гидрогеология оформилась в особую отрасль и благодаря трудам В.А.Сулина (1935,1948), заложившим гидрогеохимическое направление в этой науке.

По мере развития нефтегазовой гидрогеологии в ее недрах формировались региональные научные школы, в том числе сибирская, представителями которой являются: А.С. Анциферов, Р.Н.Абдрашитова, М.Б. Букаты, А.И.Вожов, В.П.Данилова, А.А.Дзюба, Л.А.Ковяткина, А.Р. Курчиков, О.И.Леухина, В.М. Матусевич, Д.А. Новиков, Е.В.Пиннекер, А.Г.Плавник, Р.Г.Прокопьева, Б.П.Ставицкий, Н.Ф.Чистякова, С.Л.Шварцев, А.Д. Назаров, О.В.Шиганова и другие. В данной статье освещается преимущественно вклад в теорию нефтегазовой гидрогеологии представителей Тюменского и Томского «крыльев» этой школы.

С началом планомерного изучения нефтегазового потенциала Западной Сибири, открытием первых крупных месторождений связано всестороннее изучение химического и газового состава, температуры, уровней, давлений и дебитов, органического вещества и микрофлоры подземных вод в глубоких скважинах, их взаимоотношения с нефтематеринскими породами и углеводородами. Широко обсуждаются вопросы влияния подземных вод на формирование и разрушение залежей, их энергетики.

Предтечей нефтегазовой гидрогеологии Западной Сибири на наш взгляд является выдающийся ученый-гидрогеолог А.М. Овчинников, который в 60-ом году на 1-ом гидрогеологическом совещании в Томске показал значение гидрогеохимии и палеогидрогеологии при поисках полезных ископаемых, представил схему классификации водонапорных систем. В 60-ые годы А.А.Карцев публикует первые обобщающие работы по нефтегазовой гидрогеологии.

Уже в 50-ых годах прошлого века был опубликован целый ряд работ, посвященных оценке перспектив нефтегазоносности ЗСМБ по гидрогеологическим данным, среди них работы О.В.Равдоникас, Н.М.Кругликова, В.Ф.Никонова, А.А.Розина, Б.В.Маврицкого. Конкретизируются гидрогеохимические показатели нефтегазоносности в работах того периода Н.Н.Ростовцева. Наиболее бурный период расцвета нефтегазовой гидрогеологии, как и одноименной отрасли наблюдается в 60-80-ые годы.

Работы А.Э.Конторовича (1963), Б.П.Ставицкого (1964), В.М.Матусевича (1966) обобщают весь накопленный материал по химическому и газовому составу подземных вод, микрокомпонентам нефтегазоносных районов Западной Сибири. Благодаря широкомасштабным исследованиям В.М.Матусевичем были получены данные не только по ионно-солевому составу, но и микроэлементам, и водорастворенным

органическим веществам глубоких горизонтов. В монографии «Геохимия подземных вод Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна» представлены уникальные данные по изучению окислительно-восстановительного потенциала вод и экспериментальные исследования диффузионно-осмотических процессов. Эта информация не потеряла своей актуальности и в настоящее время.

Монография «Гидрогеология СССР. Западно-Сибирская равнина. Том 16», изданная в 1970 г., в комплекте с картами к ней и по сей день является настольной книгой всех ученых и специалистов по вопросам, касающимся подземных вод мегабассейна.

В 80-ые годы набирают силы и сторонников флюидогеодинамические представления в формировании и развитии водонапорных систем ЗСМБ. В отличие от артезианской теории формирования подземных вод глубоких горизонтов В.М.Матусевичем выдвинута элизионная концепция, в частности объясняющая различие состава и минерализации вод, инверсии и аномалии в разрезе ЗСМБ.

Существенное развитие получила позиция Н.Б.Вассоевича о стадийности нефтегазообразования. Главная зона нефтеобразования (ГЗН), согласно теории органического образования и накопления нефти подтверждена максимальными концентрациями микроэлементов и органического вещества в подземных водах. Установлено, что ГЗН занимает «плавающее» положение в разрезе, наибольшие глубины для нее характерны в северных регионах (до 4,5 -5,5 и более километров), а южнее интервалы ГЗН в основном находятся в диапазоне 2-3 км. Это объяснимо недостаточным прогревом горных пород, нестабильностью теплового потока за счет вариаций климата в позднечетвертичное время. Обоснование этого положения и использование гидрогеотермических данных для прогноза нефтегазоносности ЗСМБ с помощью математической модели А.Р.Курчикова представлено в его монографиях и статьях с соавторами, в частности, с И.И.Нестеровым, С.Б.Ставицким и другими, уникальной является монография А.Р.Курчикова «Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности» (1992).

Стадийность нефтеобразования и углефикации с позиций геохимии подземных вод в работах В.М.Матусевича, В.К.Попова рассматривается через призму трансформации органического вещества на разных стадиях литогенеза. В мезокатагенезе наиболее активно протекают не только процессы преобразования органического вещества, но и взаимодействия подземных вод с вмещающими породами и органическим веществом, за счет чего происходит максимальное обогащение вод этими компонентами.

В 80-ых годах В.М.Матусевичем пересмотрена гидрогеологическая стратификация разреза ЗСМБ, выделены 3 наложенных гидрогеологических бассейна с семью этажно расположенными комплексами, в дальнейшем дополненные восьмым ГГК за счет деления триаса и палеозоя на основе данных глубокого бурения (В.М.Матусевич, 1984; В.М.Матусевич, Л.А.Ковяткина, 2013, 2014). Согласно этой концепции на территории Западно-Сибирской равнины был выделен надпорядковый элемент - Западно-Сибирский мегабассейн (ЗСМБ), как сложная система, состоящая из самостоятельных гидрогеологических бассейнов: кайнозойского, мезозойского и палеозойского. В пределах всего разреза мегабассейна выделено 7 гидрогеологических комплексов (ГГК): олигоцен-четвертичный, турон-палеогеновый, апт-альб-сеноманский, неокомский, верхнеюрский, средне-нижнеюрский и триас-палеозойский. Степень изученности комплексов крайне неодинакова, а триас-палеозойский гидрогеологический комплекс до настоящего времени характеризуется по отрывочным сведениям единичных глубоких и сверхглубоких скважин.

По мере углубления поисково-разведочных на нефть и газ скважин появляются все новые данные о составе и строении глубоких горизонтов осадочного чехла и фундамента Западно-Сибирской геосинеклизы. Бурение и испытание скважин, а также комплекс 2D- и 3D-геофизических исследований, направленных на получение информации о нефтегазоносности пород, их перспективности на углеводородное сырье, позволяют интерпретировать их для выявления водоносности пород, условий формирования подземных вод и их состава, регионального прогноза нефтегазоносности, в том числе и доюрского основания ЗСМБ.

Неоценимый вклад в общую теорию гидрогеологии и нефтегазовую гидрогеологию ЗСМБ внесли Томские ученые. Работы С.Л.Шварцева, его соратников и учеников на протяжении полувека приносят новые идеи и результаты их осуществления. Невозможно представить формирование пресных подземных вод в зоне гипергенеза, равно как и катагенетические процессы в глубоких горизонтах земной коры без его равновесно-неравновесной теории взаимодействий в системе «вода-порода-газ-органическое вещество».

Революционная идея С.Л.Шварцева о формировании гранитного слоя в континентальной коре позволяет по - новому представить кристаллизацию минералов в гранитоидах, как глобальный эволюционный процесс преобразования базальтов, невозможный без участия воды, контролирующей равновесно - неравновесное состояние термодинамической многокомпонентной системы «вода-порода». Основная направленность эволюции этой системы связана с непрерывным растворением алюмосиликатов кальция, магния, железа и образовании алюмосиликатов натрия и калия, кварца инфильтрационными водами. Главный процесс преобразования горных пород водой на континентах направлен на образование гранитов. В океанических условиях на больших глубинах взаимодействие воды с породами направлено в сторону серпентинизации пород, этим С.Л.Шварцев объясняет отсутствие гранитного слоя в океанах.

С этих позиций можно по-новому рассматривать происхождение пустот «магматических» горных пород в «доюрском» основании ЗСМБ, их заполнение флюидами и формирование водоносных горизонтов и залежей нефти.

Разработка месторождений нефти и газа, эксплуатация водозаборов для целей ППД, подземное захоронение стоков и излишков попутных вод на нефтяных месторождениях, обеспечение нефтегазовых промыслов качественной питьевой водой диктуют специалистам и ученым необходимость изучения техногенных преобразований гидрогеологических систем, их влияния на экологические условия нефтегазовых регионов.

Идеи Е.В.Пиннекера, Б.И.Писарского, Ю.П.Гаттенбергера, А.А.Карцева о техногенезе подземных вод послужили основой для их апробации и развития применительно к условиям Западной Сибири, где создан крупнейший нефтегазовый комплекс мирового масштаба. Техногенные аспекты в ЗСМБ привлекают внимание ученых по всей России. Наши изыскания в этой области обсуждаются на конференциях и в статьях с 70-ых годов до настоящего времени. Отметим здесь некоторые из них, имеющие прямое отношение к нефтегазовой гидрогеологии. В 1997 году представлена схема классификации техногенных гидрогеологических систем ЗСМБ, с этого момента рассматриваются вопросы взаимодействия пластовых и закачиваемых вод, их влияние на фильтрационно-емкостные свойства пород, их кольматацию. Техногенное поле как фактор формирования геологической среды, типизация геологической среды нефтегазовых месторождений, зональность техногенеза отражены в работах последних лет (2010-2015). В последних работах этого направления создана концепция стадийного

развития природно-техногенных гидрогеологических систем (ПТГГС), применимая к системам любого типа, в том числе и для нефтегазовых месторождений.

Литература

1. Абукова Л.А., Вагин С.Б. Основные этапы развития нефтегазовой гидрогеологии / Фундаментальные проблемы нефтегазовой гидрогеологии. Международная конференция, посвященная 80-летию А.А. Карцева, г. Москва, 2005) <http://ipng.ru/publications/labs/251>.
2. Карцев А.А. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений. Гостоптехиздат, 1963.
3. Матусевич В.М., Рыльков А.В., Ушатинский И.Н. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. – 225 с.
4. Матусевич В.М., Попов В.К. Стадийность нефтеобразования с позиций геохимии подземных вод./Органическая геохимия вод и поисковая геохимия.- М.:Наука, 1982- с.79-83.
5. Матусевич В.М., Попов В.К. Микроэлементы в подземных водах – показатели нефтегазоносности // Известия Вузов. Нефть и газ, 1979, №1. – С.3-8.
6. Тюменская сверхглубокая скважина. Результаты бурения и исследования: Сборник научных докладов/Под ред. В.Б. Мазура. – Пермь: КамНИИКИГС, 1996. – 376 с.
7. Шварцев С.Л. Почему нет гранитного слоя в океанической коре?/ Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: материалы Всероссийской конференции с участием иностранных ученых.-Томск: изд-во НТЛ, 2012.- 495с.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ И КАРТИРОВАНИЯ ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

К.Е. Морару

*Институт геологии и сейсмологии Академии Наук, Кишинев, Молдова,
E – mail: cmoraru@yahoo.com*

Аннотация. Рассматривается зона активного водообмена подземных вод. Обсуждаются новые принципы изучения и картирования этой зоны в пределах платформенных гидрогеологических условий. Предложен комплекс методов оценки и распространения зоны активного водообмена в условиях неопределенности гидрогеологической параметризации. На примере подземных вод юго-запада Причерноморского артезианского бассейна доказана эффективность и значимость предложенного комплекса методов.

Abstract. The groundwater active recirculation zone is analyzed. In the frame of platform hydrogeological conditions new principles of study and mapping are discussed. In the situation of hydrogeological parameters uncertainty the complex of methods for groundwater active recirculation zone evaluation and location are proposed. On the example of the case study (south – west of the Pre-Black Sea artesian basin) the effectivity and importance of proposed methods have been proud.

Существование вертикальной гидродинамической зональности подземных вод является неоспоримым фактом и относится к базовым закономерностям распространения подземных вод в верхней (водонасыщенной) части земной коры. Впервые об этой закономерности писал В.И. Вернадский [2] в своей знаменитой работе «История природных вод». Именно гидродинамическая зональность впервые была охарактеризована Б.Л. Личковым [13, 14, 15] в виде двух зон: а) верхней зоны, которая ограничивается глубиной эрозионного вреза местной гидрографической сети и б) нижней зоны, подземные воды которой залегают ниже базиса эрозии и неподвижны в течение тысячелетий, т.к. не имеют наружного стока. Три гидродинамические зоны выделил Ф.А.Макаренко [17]: 1) интенсивного стока с возобновлением вод в течение п-дней; 2) замедленного стока с возобновлением вод за п-сезонов и 3) относительно застойных вод с возобновлением стока в течение тысячелетий.