

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ГЕОЛОГИЯ

© 2016 г. Л. А. Анисимов
ООО "ЛУКОЙЛ-Инжиниринг"

Начало XXI века ознаменовалось разговорами о необходимости смены парадигмы в геологии. Под сомнение ставится актуальность теории тектоники литосферных плит, которая вытеснила господствовавшее в середине XX века представление о ведущей роли в смещениях и деформациях земной коры вертикальных движений и вывела на первое место горизонтальные перемещения литосферных плит, включавших не только кору, но и верхи мантии. Идеи неомобилизма в конечном счете привели к тому, что современная геологическая наука вынуждена была отказаться от устаревшего учения о геосинклиналях и признать теорию литосферных плит более прагматической и естественной. В то же время логическим следствием развития геологии стал переход от тектоники литосферных плит к общей глобальной геодинамической модели Земли. Возникает вопрос: на какой основе будет строиться следующая парадигма?

Самуэль У. Кэри – профессор Тасманского университета в Австралии, внес наиболее заметный вклад в развитие альтернативной основы для новой глобальной тектоники. Как и ряд исследователей в России и некоторых других странах, он пришел к признанию научной концепции расширения Земли, наиболее естественно объясняющей основные черты строения и эволюции нашей планеты [10]. На дне океанов под рифтами расположены сводовые поднятия кровли астеносферы. Магматические камеры обычно обнаруживаются на глубине 1,5–3,0 км ниже уровня дна океана. Излияния лавы из этих камер происходят эпизодически, сопровождая эпизоды спрединга дна. Для

континентальной коры увеличение объема вызывает растрескивание мантии, декомпрессию, появление жидких магм и излияние их на поверхность. Вдоль главнейших трещин идет выдавливание твердых пород коры и мантии с образованием складчатых зон. Таким образом происходит расширение Земли и наращивание ее коры, а рифтовые структуры образуют глобальную систему дегазации Земли.

Концепция расширяющейся Земли привлекает в последнее время все больше сторонников, так как она снимает многие противоречия теории литосферных плит. Согласно гипотезе расширяющейся Земли, ее размеры в начале мезозоя были почти в два раза меньше современного, примерно соответствуя размеру земного ядра. Континентальная кора из сдвинутых материков покрывала практически всю поверхность планеты. В дальнейшем объем Земли увеличивался и постепенно достиг ее современного размера. Наращивание поверхности Земного шара при его расширении происходило за счет раздвижения дна океанов. Возраст океанической коры не превышает 200 млн лет и притом закономерно и пропорционально увеличивается в обе стороны по мере удаления от срединно-океанических хребтов.

Причины уменьшения плотности и увеличения объема вещества земного ядра обусловлены его гидридным составом. При понижении давления или при повышении температуры гидриды начинают разлагаться, а растворы в металле терять водород. Это ведет к увеличению их объема, что и приводит к расширению планеты в рамках

гидридной модели. Согласно автору этой модели В.Н. Ларину, выделение водорода из гидридных недр планеты не является абсолютно равномерным и геометрически симметричным процессом. Поднимающийся вверх водород и легкие продукты его взаимодействия с мантийным веществом сбиваются в некие русла, что и наблюдается в виде горячих восходящих потоков в мантии. Водород, благодаря своей высокой химической активности, неизбежно будет взаимодействовать с породами мантии, образуя прежде всего воду и метан. Это согласуется с данными о значительном росте объема гидросферы в фанерозое. Гидратация соединений углерода как основной процесс, ведущий к образованию углеводородов, находит все большее признание среди геологов.

Таким образом, в настоящее время сформированы контуры теории расширяющейся Земли, стержнем которой является процесс дегидрирования земного ядра. Основным следствием процесса является спрединг континентальных плит, корни которых уходят на значительную глубину, в мантию. Отрицается процесс субдукции. Представления о коллизии плит заменяются представлениями о ведущей роли гравитационной тектоники, которые в общем виде или в виде разрозненных идей широко распространены в геологической информационной среде. Все это позволяет ряду авторов рассматривать концепцию расширяющейся Земли как строгую научную теорию, «обладающую определенной многодисциплинарной системой многих уровней постановки и организации исследований и отражающую действительное природное существо общего глобального геодинамического развития как отдельных субъектов прежде всего планеты Земля, так и Вселенной в целом» [24].

Однако теория не набрала еще необходимую критическую массу всесторонних до-

казательств, чтобы заменить или, по крайней мере, серьезно трансформировать теорию литосферных плит. Остается наиболее существенная проблема, связанная с механизмом изменения массы Земли или изменением плотности вещества в ее недрах, объясняющая увеличение объема. Попытки решить проблему неоднократно предпринимались, однако геология не совсем готова к принятию релятивистских концепций развития Земли. Тут необходимы более тесные контакты с физиками и астрономами, а также всестороннее обсуждение возможных механизмов развития Земли на тематических конференциях. В случае если такие механизмы будут открыты, фанерозойская история Земли окажется намного более драматичной, чем она представляется сейчас.

Что касается геологии, то здесь необходимы серьезные проработки соответствующих разделов геотектоники, литофациального анализа, гидрогеологии и геохимии с целью согласования имеющихся фактов с основными положениями формирующейся теории. Рассмотрим, насколько перспективны такие исследования в рамках концепции расширяющейся Земли.

Структурная геология

Плитная тектоника предполагает при образовании орогенов надвигание одной плиты на другую с последующим процессом субдукции. Субдукция – наиболее спорный процесс в этой теории. В противоположность субдукции концепция расширяющейся Земли рассматривает образование рифтовых систем и орогенов как следствие подъема мантии.

Парадоксально, но факт: принимая возможность перемещения литосферных плит на многие тысячи километров, сторонники этой теории весьма неохотно рассматривают достаточно скромные горизонтальные перемещения отдельных комплексов осадочной толщи. В то же время процессы формирования структур различного типа

в горных областях и на склонах рифтовых долин все чаще трактуются с позиций гравитационной геодинамики, как следствие воздействия силы тяжести без участия глубинных конвективных потоков. Как отмечается в трудах по механике гравитационного скольжения [22], сама идея о том, что гравитационные силы могут составлять основу движущего механизма крупных тектонических процессов, появилась в ряде публикаций в начале XX века. Эти сообщения по большей части оставались незамеченными «из-за трудностей в понимании механики процессов, а также потому, что в то время все процессы образования складок и надвигов было модно объяснять сжатием коры. В 1930-е годы, после того как в Индонезии была опубликована работа Ван Беммелена и разработаны методы, позволяющие снять ограничения механического характера, к этой идее стали относиться более серьезно. В наше время маятник геологического мнения качнулся так далеко, что некоторые авторы считают гравитацию единственным фактором, определяющим тектонические процессы на приповерхностных уровнях горных систем» (Структурная геология и тектоника плит. Т. 3, под ред. К. Сейферта, Мир, 1991).

В отечественной литературе подводно-оползневые явления описаны в работах по Кавказу и Апшерону таких крупных исследователей, как А. Д. Архангельский, В. Д. Голубятников, В. А. Гроссгейм, Н. Б. Вассоевич, Л. Н. Розанов, еще в довоенное время и первые послевоенные годы. Наиболее законченную форму эти представления имеют в рамках концепции расширяющейся Земли в трудах У. Кэри [10]. Из работ последних лет по гравитационной геодинамике можно отметить статью А. Н. Обухова [16] по межгорным впадинам Центральной Азии и другие его работы.

Главными зонами развития гравитационно-тектонических процессов являются скло-

ны межгорных впадин, рифтов и пассивных континентальных окраин. В качестве примера рассматривается формирование структур на склонах современных впадин Каспийского моря, Прикуринской впадины, на западном и северном обрамлении Прикаспийской впадины [3].

Главный вывод на основе такого подхода связан с отрицанием механизма горообразования как следствия коллизии плит. В то же время спрединг является естественным проявлением процесса расширяющейся Земли.

Возможность широкого распространения процессов гравитационного перемещения отдельных осадочных формаций в нефтегазоносных районах ставит ряд вопросов, касающихся методики поисково-разведочных работ. Если экзогенные процессы охватывают только определенную зону верхней части разреза, то следствием является несовпадение структурных планов, размеры и ориентировка структур верхней и нижней зоны. В очевидной форме это проявляется в соляно-купольных областях. Увеличение объема сейсмических исследований во многих нефтегазоносных районах позволяет более точно оценить масштабы проявления гравитационных процессов при образовании структур. Примером являются подробно описанные случаи обрушения пород при формировании дислокаций на месторождениях Северного моря.

Также показательным примером является дискуссия о механизме формирования «аномальных разрезов» баженовской свиты в Западной Сибири, описанных ранее А. А. Неждановым (1985), развернувшаяся затем на страницах журнала «Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа». В конечном счете стала преобладающей точка зрения, которая, опираясь в основном на временные сейсмические разрезы и скважинную информацию, предлагает «подводно-оползневой генезис»

аномальных разрезов баженовской свиты и ачимовской толщи. Эта модель рассматривает такие разрезы как более сложные в литологическом отношении геологические объекты, формирование которых обусловлено неслоистым перемешиванием битуминозных аргиллитов баженовского горизонта и песчано-глинистых осадков ачимовской толщи. Согласно данным керн-на в интервалах «аномальных разрезов» отмечается широкое «развитие оползневых и флюидальных текстур, трещин, нептоунических даек, зеркал скольжения и других дислокаций», придающих породе «мусорный» облик. В крест простирания подобные геологические тела имеют следующее строение: «битуминозные породы, сливающиеся в западных скважинах в единое тело баженовской свиты, в восточном направлении расклиниваются песчано-глинистыми породами, затем резко на коротких расстояниях переходят в нормальные разрезы баженовской свиты».

Важнейшим элементом гравитационной тектоники является реологическая поверхность, по которой возможно скольжение более компетентных «пластин» осадочных пород. Хотя лабораторные эксперименты дают довольно высокие значения коэффициента трения, полевые наблюдения показывают, что движение может происходить на очень пологих склонах – до 1° . Изучение разрезов на континентальных склонах показало, что существует связь между характером залегания осадков у подножия и на склоне хребтов от величины наклона склона. При наклонах более 4° – 5° осадки на склонах практически отсутствуют, они, по-видимому, сносились во впадину с образованием типичной формы прилегания к нижней части склона. Мурдмаа И. О. [15], исследуя закономерности осадконакопления в различных областях Мирового океана, пришел к выводу, что «оползни возникают чаще всего на склонах крутизной 3° –

9° (в среднем $3,5^\circ$), но процесс контролируется также скоростью осадконакопления: в условиях лавинной седиментации оползание происходит при уклоне 1° или меньше. Дж. Кеннет считает, что «грязекаменные потоки могут активно двигаться даже по склонам крутизной $0,1^\circ$ и проделать путь до 700 км от вершин каньонов до континентального подножия».

Механизм образования таких низких значений коэффициентов трения объяснили Руби и Хабберт [31], которые пришли к выводу, что избыточное давление флюидов в массе пород может частично компенсировать нагрузку от вышележащих толщ и сильно изменять коэффициент трения. При уплотнении осадков избыточные давления нарастают быстрее, чем выжимаются поровые флюиды. Дальнейшему уплотнению препятствует несжимаемость содержащейся в порах воды, что позволяет породам выдерживать все более возрастающую нагрузку от вышележащих толщ. В результате появляется эффективная плавучесть осадочных толщ на жидком основании.

В условиях растяжения (спрединга) и вертикальных движений земной коры основным видом дислокаций осадочной толщи являются нормальные сбросы, которые в условиях расслоенности литосферы трансформируются в листрические сбросы и могут сопровождаться гравитационными срывами, захватывающими отдельные структурно-формационные комплексы – «detachment units». В головной части сползающих масс формируются складки и надвиговые структуры, которые обычно идентифицируются как «структуры горизонтального сжатия». Тыловые же части, находящиеся на высоких гипсометрических отметках, часто подвергаются эрозии, что в большинстве случаев не позволяет провести тектонический анализ системы в целом.

Что касается тектоники платформ, то формирование многочисленных струк-

тур горизонтального расширения, сжатия и сдвига, ограниченной амплитуды и формировавшихся в ограниченный период времени можно также связать с изменением кривизны поверхности мантии и реакции на этот процесс жесткой континентальной коры. Формирующаяся сетка разломных блоков и структурные осложнения отражают распределение горизонтальных и вертикальных напряжений в земной коре. Разуплотняющиеся зоны на границе литосферных слоев формируют камеры, откуда затем происходит распределение флюидов по объему седиментационного бассейна. Такой механизм формирования блочной структуры платформ может объяснить фиксацию различных структурных элементов и их устойчивость в пространстве, несмотря на высокую степень раздробленности.

The phantom of the Tethys Ocean is there, inside your mind

Наиболее существенной неувязкой в теории литосферных плит является возраст океанов, самые древние породы океанической коры относятся к юрскому возрасту. Если поверхность Земли была постоянная, то куда делась океанская кора палеозойского возраста? Неужели вся она была затянута под континенты, занимающие 1/3 поверхности земного шара, в 2 раза меньше площади океанов?

Наиболее известная и красивая легенда об океане Тетис давно вышла за пределы интересов геологии и входит в культуру. Вопрос остается о реальности существования этого океана. Тут самое время переиначить слова из известной оперы и ввести их в заголовок раздела. Сторонники концепции тектоники плит прежде всего основываются на предположении о постоянстве радиуса земного шара, что заставило их принять существование между Индией и Азией океана шириной более 6000 км. Гималаи были объявлены результатом столкновения Индии с Азией: Индия по этой

модели двигалась на север, а находившаяся перед ней океаническая кора подверглась субдукции.

Самуэль Кэри считает, что фактические данные опровергают эту концепцию, приводя мнения признанных авторитетов по геологии Гималаев. Аугус Гансеер в 1979 году писал: «Согласно моделям тектоники плит, Индия должна была переместиться на тысячи километров, тогда как все полевые наблюдения заставляют предполагать, что Индия и Евразия никогда не находились далеко друг от друга». По словам д-ра Йована Штеклина, другого специалиста по Гималаям, «геология Гималаев не указывает на существование океана Тетис в палеозое – начале мезозоя и в этом смысле свидетельствует в пользу теории расширения Земли». Доктор Фахруддин Ахмад из Индийской академии наук, подробно показав, что только мелководные и пересыхающие моря покрывали регион Гималаев в упомянутые времена, продолжал: «Поскольку никакого океана Тетис не существовало, Индия и Ангарский щит (название, данное Зюссом блоку Центральной Сибири) не сталкивались, Гималаи не могли возникнуть ни в результате столкновения, ни в процессе субдукции, а сформировались в ходе вертикального поднятия» [10].

Эти точки зрения не мешают многочисленным отрядам геологов из европейских университетов с энтузиазмом разбирать завалы, образованные при коллизии африканской и евроазиатской плит. На этом фоне множатся противники древнего океана, все чаще раздаются голоса из блогосферы, что тетисоведы занимаются ненужной работой. «А поскольку «расширяющейся Земле» в ВУЗах не учат, то условно стоят на позициях плитотектонической гипотезы, переписывая в отчетах из поколения в поколение дедовские байки про океан Тетис. Те же, кто неформально подходит к восстановлению тектонической истории регионов,

исходя из современного фактического их строения, а не от того, что кто-то когда-то написал, сталкиваются с тем, что пользы в этом деле от тектоники плит чуть больше, чем никакого, а «расширяющаяся Земля» объясняет почти все», – пишет оппонент с крайними взглядами на проблему.

Эволюция гидросферы

В отдельной статье невозможно перечислить все спорные вопросы, которые возникают при изучении эволюции земной коры и осадочных процессов. Нам остается присоединиться к словам Х. Рединга [17], которыми он заканчивает обширную монографию «Обстановки осадконакопления и фации»: «Необходимо помнить, что настоящее не является ключом к прошлым обстановкам, хотя и может приоткрывать завесу над некоторыми из них. В большинстве своем прошлые обстановки в каких-то отношениях отличаются от современных. Поэтому мы должны быть готовы к этому и иметь мужество разрабатывать неактуалистические модели, непохожие на любые из тех, которые существуют сегодня».

Ранее П. П. Тимофеев и В. Н. Холодов [23] показали, что в палеозойских разрезах отсутствуют ассоциации пород, аналогичные осадкам, ныне характерным для абиссальных областей современных океанов. Можно согласиться с указанными авторами в том, что палеозойские океаны, а тем более океаны докембрия, были, вероятно, мало похожи на современные. Указанные авторы подчеркивают, что со времен протерозоя и до четвертичного периода развитие преобладающих конечных водоемов стока происходило по линии: мелководные морские озероподобные водоемы – эпиконтинентальные моря – эпиконтинентальные краевые моря и океаны. Изменение характера бассейнов отмечается и в других работах [28]. Эволюция седиментационных бассейнов во многом определяется изменением объема гидросферы, эвстатическими

колебаниями океана и эволюцией гидросферы в целом. Многие известные геологи (Д. В. Наливкин, Л. Б. Рухин, В. И. Смирнов и др.) указывали на ряд признаков, свидетельствующих о маловодности докембрия и палеозоя. Их доказательства представлены в монографии В. Ф. Блинова [5].

Вопросы эволюции гидросферы и условий формирования подземных вод являются фундаментальными для понимания многих процессов развития земной коры. Здесь имеется ряд спорных и дискуссионных моментов, которые касаются изменения во времени объема поверхностной гидросферы, эволюции химического состава воды океана и ведущих процессов формирования химического состава подземных вод седиментационных бассейнов. Эти вопросы затрагивают многие направления геологических наук. В последнее время в дискуссию активно вовлекаются литологи и геохимики, рассматривая условия взаимодействия мантии и земной коры, которые определяли масштабы дегазации мантии в различные периоды истории Земли, изменение объема поверхностной гидросферы во времени, направление эволюции седиментационных бассейнов. В то же время процессы накопления хлора в застойных зонах седиментационных бассейнов до сих пор активно не обсуждаются гидрогеологами, хотя эти вопросы напрямую затрагивают фундаментальные вопросы эволюции гидросферы. Гидрогеологи могли бы вмешаться в дискуссию, используя базу данных о гидрогеохимической специализации и условиях залегания подземных вод разновозрастных седиментационных бассейнов.

Региональная гидрогеология и геохимия всегда ставили вопрос о происхождении подземных вод и решали его, прежде всего, на основе их химического состава. Относительная независимость химии подземных вод от состава терригенных и карбонатных пород создает значительные трудности

для сопоставления геологической истории седиментационного бассейна и залегающих в нем подземных вод, а значит и для понимания процессов их формирования. Гидрохимическая специализация седиментационных бассейнов, возможно, является тем ключом, который позволит решить ряд спорных вопросов в этой области.

Вопрос о концентрации ионов в воде древних морских бассейнов пытаются решить, привлекая геохимические данные о составе эвапоритовых отложений и флюидных включений. Например, результаты исследований, проведенных как российскими, так и зарубежными исследователями, однозначно доказали снижение величин Ca/Mg в течение мезозоя и кайнозоя [17, 18, 27, 30, 32].

Более драматичная концепция касается изменения концентраций хлора с течением геологического времени. Она основывается на большом объеме ископаемых солей, которые были выведены из морской воды в течение фанерозоя. По разным оценкам соленость воды океана в раннем палеозое должна быть выше, чем в современной морской воде. Яншин А. Л. писал, что даже в фанерозойское время состав вод океана подвергался существенным изменениям в отношении общей солености и состава растворенных солей [26]. О существенном превышении солености вод древних бассейнов по сравнению с соленостью современной морской воды свидетельствуют огромные размеры многих солеродных бассейнов, длительность соленакопления и возможная глубоководность бассейнов.

Меньшее внимание уделяется влиянию крупных оледенений в истории Земли. В отличие от процессов галогенеза, когда из морской воды выносятся соли и оставшаяся вода опресняется, глобальное оледенение должно вести к осолонению морской воды за счет перехода ее части в твердое состояние. В настоящее время объем воды

в ледниках составляет примерно 3% от объема поверхностной гидросферы, но мы не знаем, каково было это соотношение в прошлые геологические эпохи, например в ордовике.

Основным фактором на первых этапах эволюции гидросферы многие ведущие геохимики считают дегазацию вещества мантии. В связи с этим процессом предполагается рост объема гидросферы. В своей работе Б. Мейсон [14] приводит четыре гипотезы, рассматривающие различные соотношения темпов накопления хлоридов и воды при дегазации мантии.

1. Вода сконцентрировалась из первичной атмосферы, а хлориды добавлялись в течение геологического времени (гипотеза постоянного объема и вулканических хлоридов).

2. Как вода, так и хлориды являются результатом первичной конденсации (гипотеза постоянного объема и постоянства хлоридов).

3. Оба компонента добавлялись постепенно (гипотеза вулканической воды океанов и вулканических хлоридов).

4. Хлориды присутствовали на земной поверхности, а вода добавлялась в течение геологического времени в результате вулканической деятельности (гипотеза вулканической воды океанов и постоянства хлоридов).

Сторонники концепции постоянной солености океана, по крайней мере, начиная с кембрия, основываются на том, что очень сложные организмы, обитающие сегодня только в океанах, существуют в течение всего фанерозоя. На химическую стабильность атмосферы и океанов в фанерозое указывают, по их мнению, также многочисленные ископаемые остатки растений и животных, наиболее общие характеристики которых неотличимы от их современных потомков по всем важнейшим морфологическим, химическим и физиологическим параметрам.

Кроме того, химический состав растворов в наземных и морских видах сходен с составом морской воды, поскольку физиологические процессы развивались в морской среде. Наземные виды, таким образом, содержат следы истории их более раннего морского происхождения, что требует согласования с данными гидрогеологии ряда палеонтологических концепций.

С другой стороны, данные о возможном изменении объема гидросферы, которые часто публикуются и обсуждаются в последнее время, говорят об увеличении объема и массы воды на поверхности планеты параллельно становлению и развитию континентов. Постоянство солености океана в этих условиях возможно при строгом соответствии выноса воды и HCl при дегазации мантии в течении всего фанерозоя, что маловероятно.

Совершенно иная ситуация должна возникнуть, если в природе существуют другие источники водорода и кислорода помимо продуктов дегазации вещества мантии. Имеются гипотезы о солнечном ветре как источнике водорода. Весьма популярна недавно выдвинутая гипотеза Нурбека Маженова, согласно которой образование основной массы воды связано с процессами фотосинтеза. Где доказательства того, что 7% вещества дегазации, соответствующих «мантийной воде», не являются водой, образованной при переработке осадочных пород? Тогда основным продуктом дегазации становится водород, который, взаимодействуя с биогенным кислородом, дает нам основную массу воды. Все эти обстоятельства должны рассматриваться при решении вопросов эволюции гидросферы.

Источником хлора в гидросфере, в отличие от кислорода и водорода, может быть только вещество мантии. Образующиеся из HCl в поверхностных условиях хорошо растворимые хлориды быстро переходят в раствор и накапливаются в океане. Соле-

ность океана, прежде всего, должна зависеть от объема гидросферы на данный период времени. При более позднем накоплении воды можно предполагать более высокую концентрацию хлора в древнем океане и его постепенное опреснение. Насколько этот тезис соотносится с данными гидрогеохимии?

Причины высокой минерализации (до 200–250 г/л) и условия формирования хлор-кальциевых растворов прежде всего в палеозойских отложениях являются наиболее дискуссионными вопросам гидрогеологии. Примером огромных объемов и широкого распространения вод такого состава являются палеозойские отложения Русской, Северо-Американской и Сибирской платформ, где рассолы с минерализацией 200–250 г/л и выше залегают в диапазоне глубин от 1000 до 3500 м на площади в несколько миллионов квадратных километров.

По поводу происхождения глубинных рассолов, принадлежащих преимущественно к Cl-Ca типу, высказано несколько гипотез [18, 20], в основу которых кладется обычно решающая роль какого-либо одного физико-химического фактора (катионный обмен, осмос, самодиффузия, гравитационная дифференциация ионов) или физического фактора (подземное испарение). По мнению А. Е. Гуревича и др. [7], наиболее обоснованной из седиментационных гипотез генезиса подземных рассолов в настоящее время является точка зрения о соответствии концентрации и состава седиментогенных вод характеру геологических формаций и фаций пород, слагающих чехлы отдельных артезианских бассейнов, и о формировании самих вод в процессе накопления и преобразования этих формаций. Эта точка зрения развивается в трудах И. К. Зайцева, А. Е. Ходькова, М. Г. Валяшко, Е. А. Баскова и ряда других исследователей. Тогда возникает вопрос о причинах концентрирования солей в таких водах.

Для объяснения высоких концентраций ионов хлора предлагаются различные процессы наземного концентрирования с последующим замещением более легких подземных вод концентрированными поверхностными рассолами. Так, в соответствии с гипотезой И. К. Зайцева, в соленосных седиментационных бассейнах хлоридные рассолы формируются вследствие уплотнения солей и отжима из них в водоносные горизонты остаточной рапы солеродных бассейнов. При этом принимается, что основной водой седиментационного бассейна является морская вода «нормальной» солености.

Процессы опреснения (на поверхности) обусловлены континентальным стоком и связанными с ним зонами опреснения эстуарий, придельтовых зон и заливов древних континентальных морей. Примеры Северного Каспия и заливов Балтийского моря показывают возможные масштабы формирования зон опресненных вод внутри общего седиментационного бассейна. В условиях континентальных перерывов в приповерхностной зоне происходит опреснение подземных вод, связанное с инфильтрацией. Этот процесс рассматривается как ведущий при формировании верхней гидродинамической зоны – зоны активного водообмена. На больших глубинах зона опресненных вод (гидрохимическая инверсия) обусловлена выделением воды при снижении температуры из газовых смесей, жидких углеводородов, а также при десорбции воды из глинистых толщ. Зоны влияния таких процессов также должны исключаться из объектов анализа.

С учетом этих соображений был проведен анализ гидрохимических разрезов различных районов Восточно-Европейской платформы и Скифской плиты с выделением зоны «седиментационных вод» [2]. На основе изменения их химического состава во времени были установлены за-

кономерности эволюции вод в течение палеозоя и мезозоя, что хорошо увязывается с масштабными процессами карбонатообразования и галогенеза в эти периоды. Так, снижение концентрации Са в течение девонского и каменноугольного периодов хорошо коррелируется с масштабным карбонатообразованием, что должно привести к выводу из морской воды кальция. Снижение концентраций хлора в подземных водах коррелируется с пермским и позднеюрским галогенезом – то есть выводом из морской воды хлористого натрия.

Сравнение «седиментационных вод» одного возраста для разных бассейнов, расположенных в пределах различных континентов, показывает значительное влияние на их состав климатической зональности и глобального изменения климата в результате перемещения континентов относительно полюсов. Так, таяние полярных ледников в палеозое на Африканском континенте определило генезис пресных вод в кристаллических массивах, в северном же полушарии кристаллические массивы содержат рассолы. Африканский континент оказался хорошо промытым. На юге Алжирской Сахары (бассейн Илизи) на значительных глубинах в девонских отложениях распространены пресные подземные воды (часто до 1 г/л), в то время как в вышележащих породах каменноугольной системы воды имеют минерализацию более 200 г/л.

Сравнительная гидрогеохимия может внести свой вклад в решение вопросов эволюции гидросферы. Сравнение химического состава «седиментационных вод» различных бассейнов позволяет говорить о своеобразной геохимической специализации этих бассейнов с учетом общей климатической зональности и гидрологии соответствующих зон. В этом смысле гидрогеохимические провинции формируются в результате синтеза геологических, географических и климатических факторов, кото-

рые изменяются во времени. Новые данные о характере процессов дегазации Земли, изменение объема поверхностной гидросферы и уровня океана свидетельствуют о весьма масштабных изменениях процессов выноса химических элементов, их разбавления природными водами и разную степень промытости кристаллических массивов и осадочной толщи в различные периоды геологической истории.

Седиментационный бассейн как открытая система

В настоящее время постоянно множатся публикации о воздействии глубинных флюидов на осадочные породы в различных седиментационных бассейнах. Масштабы этого воздействия изменяются от следов гидротермальной проработки базальных горизонтов осадочных пород до появления в толще пород «инъекционных тел», «флюидолитов» и «соляно-нафтидных гигантов» [4].

В своей докторской диссертации А. И. Тимурзиев [25] приводит впечатляющий список работ, где рассматриваются различные проявления вертикального внедрения глубинных флюидов в осадочную толщу. Они включают: карстовые структуры обрушения и цилиндрические зоны коллапса (С. Story, at al., 2000); ложные аномалии и структуры (В. А. Трофимов, В. А. Екименко, 2001); зоны палеокарстовой ангидритизации и доломитизации (В. Е. Томилин, Р. Х. Масагутов, 2002); погребенные «газовые трубы» и «караванные тропы флюидов» (Р. М. Гатаулин, 2002); погребенные грязевые вулканы (Р. М. Гатаулин и др., 2006); столбы вторичной карбонатизации (П. Ф. Иванкин, Н. И. Назарова, 2001); флюидодинамические системы и структуры, связанные с дезинтеграционными явлениями (В. В. Харахинов и др., 2005); флексурные зоны и складки поперечного изгиба (Т. В. Ольнева, Э. В. Сапрыкин, 2004); каналы переток УВ, контролируемые инъекционными структурами (диапиры, трубы, грязевые

вулканы) (Б. М. Валяев, 2006), и грязевулканические тела (А. И. Ларичев и др., 2006); локализованные (Б. М. Валяев, 1987), фокусированные (М. К. Иванов, 2000) и сосредоточенные (В. А. Соловьёв, 2002) очаги разгрузки метана; солитонные трубы дегазации (Р. М. Бембель, 2006); аномальная баженовка (Я. Г. Аухатов, 2004); гляциотектонические структуры (А. А. Растегин, 2006); диапировые структуры (И. И. Нестеров, 2004); красные «курильщики» Кызылкумов (В. Г. Печенкин, 2007); черные «курильщики» океанов (А. П. Лисицин и др., 2004); газовые трубы Охотского (Е. А. Давыдова, 2007) и Чёрного (В. И. Созанский, 2007) морей; структуры протыкания, «диапировые» структуры и валы (А. О. Мазарович, 1998) и др. [25].

Эти проявления рассматриваются как следствие высокой флюидодинамической напряженности недр, которая инициирует интенсивную восходящую миграцию и разгрузку всех подвижных компонентов, прежде всего солей, рассолов и углеводородов, в бассейны седиментации и в толщу самих седиментационных бассейнов. Особенно широко и эффективно эти процессы проявляются в бассейнах с активной соляно-купольной тектоникой. Естественно, что такие процессы стимулируют представления о глубинном генезисе не только флюидов, но и трансформации различных типов пород.

Горючие сланцы – разновидность каустобиолитов, в которой минеральная составляющая, как правило, доминирует над органическим веществом. Состав и качество горючих сланцев отражают особенности среды накопления и преобразования сланцеобразующих компонентов. Основу органического вещества горючих сланцев составляют микрокомпоненты сапропелевой природы. Считается, что это продукты преобразования фитопланктона, хотя все большую популярность приобретает «инъекционно-седиментационная» концепция, согласно

которой источником углеводородов могла быть нефть, разгружающаяся в бассейны седиментации [4]. Данные о наличии в толще горючих сланцев примеси туфа, кремния, галита, троны и нахколита свидетельствуют об участии в седиментации продуктов вулканической деятельности. По концентрации углеводородов ресурсы горючих сланцев четырех штатов Скалистых Гор значительно превышают доказанные ресурсы нефти и газа в Северной Америке.

Особое значение для развития процессов нефтегазонакопления имеют процессы рифтообразования в консолидированном фундаменте платформ. Для России в наибольшей степени изучены рифтогенные системы Скифско-Туранской и Западно-Сибирской плит. Как правило, их характеристика дается по комплексу данных о строении фундамента, а также по результатам анализа геофизических, в том числе и тепловых полей.

Образование множественных зон растяжения наиболее благоприятно для вертикальной разгрузки флюидов, причем эффузивные излияния ведут к закупорке проводящих каналов, в то время как гидротермальная деятельность свидетельствует о хорошей вертикальной сообщаемости. Дефлюидизация земной коры в спрединговой зоне ведет к формированию обширной области оседания с образованием сбросов и сползанием осадков по листрическим поверхностям к центру растяжения. В зависимости от глубины разломов развиваются процессы вулканизма или гидротермальной деятельности. Последняя инициирует рифтостроительство.

Основной этап рифтогенеза отмечен в триасовое время, когда сформировались рифтовые зоны, заполненные триасовыми отложениями. Как показали исследования гидротермально измененных пород доюрского комплекса Шаимского района в Западной Сибири, в изолированных грабенах

здесь проявились низко- (средне-) температурные гидротермальные процессы уже в раннем-среднем триасе. На рубеже поздней юры и раннего мела возникла новая волна гидротермальной деятельности, что подтверждается наличием соответствующих минералов-индикаторов [9].

На Южном Мангышлаке в доюрских отложениях выявлены зоны разуплотнения, которые характеризуются повышенной трещиноватостью, раздробленностью, вторичной пористостью и кавернозностью [13]. К ним приурочены притоки нефти, газа и опресненных пластовых вод. Считается, что эти аномалии обусловлены, главным образом, разуплотненным состоянием (повышенной трещиноватостью, раздробленностью, вторичной пористостью и кавернозностью) вмещающих залежь низкопроницаемых пород. Эти признаки на временных разрезах характерны для различного рода нарушения сплошности пород – трещинно-разрывные зоны, с которыми генетически и пространственно связаны вторичные коллекторы доюрского комплекса Южного Мангышлака. Отмеченные признаки продуктивных участков доюрских пород на временных разрезах нередко прослеживаются, хотя и в менее выраженной форме, в волновом поле вышележащих толщ в виде субвертикальных полос, иногда достигающих верхних слоев осадочного чехла.

В мезозойское время в бассейны поступали углистые компоненты двух генераций: от разрушающихся угленосных формаций герцинских орогенов преимущественно каменноугольного возраста и органические остатки наземной мезозойской растительности. Процесс ослаблялся по мере снижения базиса эрозии и заполнения бассейна осадками.

Базальные отложения платформ оказались особенно обогащены углистым веществом. Среди мезозойских отложений

эпигерцинских плит юга СССР – Скифской и Туранской – наибольшей и повсеместной угленосностью характеризуются нижне-среднеюрские образования. С ними связаны угольные месторождения Баксано-Кубанского и Дагестанского районов Большого Кавказа, Большого Балхана, Туаркыра и Центрального Мангышлака. В закрытых районах Средней Азии и Предкавказья практически во всех поисково-разведочных скважинах породы нижней–средней юры обладают повышенной и высокой угленосностью за счет развития многочисленных пластов, линз и прослоев угля и углистых глин и алевролитов.

Одним из основных разногласий между сторонниками органической и неорганической теорий происхождения нефти является вопрос о соотношении внутренних и внешних источников углеводородов. Органическая теория предполагает, что седиментационный бассейн в своем объеме является самодостаточным для образования, миграции и формирования существующих скоплений углеводородов. Реализация нефтематеринского потенциала осадочных пород определяется количеством органического вещества, достижением определенных температур и давлений.

Самодостаточность седиментационного бассейна положена в основу всех схем бассейнового моделирования и является основой для проведения поисково-разведочных работ. В то же время неоднократно указывалось на ряд узких мест в органической теории, связанных с объемом органических веществ, достаточным для образования гигантских скоплений, возможностью эмиграции нефти из всего объема нефтематеринских пород, а также с условиями дальней миграции углеводородов.

Совсем другая ситуация создается, когда погружение большой массы осадочных пород в высокотемпературную зону создает различные гидродинамические и геохими-

ческие эффекты, которые могут являться положительными факторами для формирования и последующей экстракции углеводородов. При формировании рифтовой системы огромные массы поверхностных вод поступают в образовавшиеся разломы, в рифтовую долину сползает значительный объем осадочных пород, которые затем подвергаются тектонической и гидротермальной проработке в относительно мягких температурных условиях. Для подобных геодинамических обстановок возможно вовлечение (рециклинг) в процессы генерации углеводородов органического вещества более древних осадочных пород, глубоко погруженных (десятки км) с соответствующими минеральными преобразованиями. Результаты расчетов баланса углерода на изотопной основе показали, что помимо «ювениального» в крупномасштабной генерации глубинных углеводородных флюидов мог быть задействован и углерод осадочных пород зон рециклинга, с перемещением их из верхнего этажа в нижний, в котором и происходят процессы генерации глубинных углеводородных флюидов [6].

Изучение газового состава многих гидротермальных систем показывает, что концентрация водорода в большинстве случаев превышает концентрацию CH_4 . Широкий диапазон температурных колебаний в современных гидротермах позволяет предположить достаточно активный водообмен и возможный генезис водорода при взаимодействии нисходящих потоков воды и углей вмещающих пород.

Воздействие потока водорода как на окисленный (карбонаты), так и на восстановленный (уголь, органическое вещество) углерод может стимулировать образование значительных количеств углеводородов. Парадоксально, но факт, что углистое вещество седиментационных бассейнов, которое характеризуется наиболее низким содержанием водорода среди других углеродистых

образований, дает начало УВ с максимальным насыщением водорода. Это обстоятельство заставляет привлекать внешние источники водорода, чтобы объяснить приуроченность к угленосным формациям уникальных скоплений метана и парафинистых нефтей [1, 8, 29].

В свете этих геологических данных теории происхождения нефти, где привлекается «внешний» водород (органическое вещество + водород, образованный при взаимодействии воды и угля), имеют хорошие перспективы развития. Сера, повышенные концентрации которой характерны для морских отложений, является основным потребителем водорода и блокирует от его воздействия углеводородные структуры. В континентальных отложениях концентрация восстановленных соединений серы ниже, и они не могут выполнять защитную функцию от воздействия «внешнего» водорода. Этим можно объяснить более высокую степень гидрогенизации углеводородов континентальных отложений по сравнению с морскими.

С химической точки зрения углеводород рождается, когда водород вступает в реакцию с углеродом. После поступления углеводородов в зону осадочных процессов возможно неоднократное изменение и трансформация углеводородов в зависимости от термодинамических и геологических условий. В этом плане термин «генезис нефти» следует рассматривать как комплекс процессов, проходящих во времени и в пространстве. Предполагается, что первичная нефть имеет абиогенное происхождение. Нефть первична по отношению к органическому веществу. Углеводородный скелет является основой органического вещества и имеет более простое строение. При отсутствии механизма фотосинтеза (3,5 млрд лет) продуктом питания (синтеза) организмов могли быть только абиогенные углеводороды. Нет оснований сомневаться в возмож-

ности абиогенного синтеза нефти и в последующие геологические эпохи.

Формирование месторождений – это последний, чаще всего новейший осадочно-миграционный этап в жизненном цикле углеводородов. Источником углерода могут быть карбонатные породы, уголь, ископаемое органическое вещество, источником водорода прежде всего является восходящий поток глубинного водорода. Водород восстанавливает соединения углерода и функциональные группы органического вещества, переводит твердые и малоподвижные соединения УВ в мобильное состояние, являясь фактором катагенеза и миграционной способности УВ.

Масштаб нефтегазообразования является ключевым в дискуссии о генезисе нефти. Место, время и условия формирования природного «реактора» определяют его заполнение, масштабы поступления реагентов (водорода, метана и воды), температуру, давление и, как конечный результат, выход продукта. Континентальный рифтогенез и разломная тектоника являются наиболее благоприятными условиями для формирования таких реакторов. Сами разломы возникают в зонах активного поступления к поверхности высококонцентрированных потоков водорода.

Литофациальные особенности формации определяют наличие компонентов, которые могут участвовать в конкурирующих реакциях при образовании жидких УВ, к ним относятся прежде всего сульфаты и уголь. Первый компонент при взаимодействии с водородом дает сероводород, сероорганические соединения и элементарную серу, второй стимулирует процессы газообразования.

Подход к нефтегазоносному бассейну как к открытой системе позволит учесть факторы генерации, миграции или аккумуляции УВ, детализировать процессы, которые могут иметь решающее значение в распределении по площади и по разрезу

различных видов углеводородного сырья и соотношении их ресурсов в конкретном бассейне. Традиционные тектоно-седиментационные модели нефтегазовых систем, учитывающие только внутренние ресурсы нефтегазоносного бассейна, должны быть дополнены внешними источниками поступления водорода и углерода из глубоких частей рифтовых зон и разрушающихся осадочных пород орогенов, окружающих бассейн. Следует также учитывать процессы переотложения углеводородов нефтей, разгружающихся в бассейн седиментации.

"Политическая" геология

Развитие новых концепций затрагивает фундаментальные вопросы геотектоники и показывает, что соперничество «плутонистов» и «нептунистов» в геологии не утихает, а принимает все новые формы. Так начало конца советской континентальной геологии, которая застряла «на допарадигмальном уровне развития науки» [21], произошло на знаменитом заседании в Московском государственном университете. Леглер В. А. так описывает это событие:

«Весной 1977 года сотрудники геологического факультета МГУ собрались обсудить свое отношение к новой геологической теории. Выступивший с докладом профессор Хаин изложил содержание тектоники плит и основные аргументы в ее пользу. Он предложил собравшимся как-то учитывать ее существование в своих собственных исследованиях, а также ввести сведения о ней в учебные программы. Рассказывая о последних эффектных достижениях, вроде экспедиции на дно Атлантики, он отметил, что существует опасность сильного отставания

советской науки от мировой. Аудитория, состоящая из преподавателей и научных сотрудников, отнеслась к докладу враждебно. Выступивший первым Белоусов сказал: «Виктор Ефимович Хаин на наших глазах совершил тройное предательство: во-первых, он предал советскую науку, во-вторых, предал нас, его многолетних товарищей по работе, в-третьих, он предал самого себя, свою жизнь и исследования».

Белоусов ушел, не выслушав ответа Хаина. Все выступавшие были против докладчика. Один молодой сотрудник попытался защищать его, после чего его заведующий кафедрой сказал: «Мы знали Л. как хорошего студента и, к сожалению, ошиблись».

Несмотря на обструкцию, семя попало в хорошо подготовленную почву и тектоника литосферных плит начала победное шествие и в России. Окрепнув и расширив свое влияние, она может позволить себе отменить другие взгляды, как не отвечающие «элементарным требованиям, предъявляемым к современным научным теориям (например, гипотезы океанизации земной коры, расширяющейся, пульсирующей или гидридной Земли и т. д.)» [21].

Однако неуважение к противнику часто является причиной поражения. Слишком многочисленны сторонники идеи расширяющейся Земли, а острота дискуссий повышает интерес к проблеме и стимулирует поиски истины. Парадигмы не являются вечными. В периоды их смены появляются новые захватывающие возможности для привлечения в геологию талантливой молодежи, желающей познать историю нашей планеты.

Л и т е р а т у р а

1. Анисимов Л. А. К вопросу об условиях залегания и генезисе нефтей с аномальным содержанием парафина. Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности // Сборник материалов Международной научно-практической конференции (30 июня – 3 июля 2008 г.). – Санкт-Петербург: ВНИГРИ, 2008. – С. 103–111.

2. Анисимов Л. А. Сравнительная гидрогеохимия Волго-Уральской области и Западно-Сибирского мегабассейна. Фундаментальные и прикладные вопросы гидрогеологии нефтегазоносных бассейнов // Материалы III Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию А. А. Карцева. – М.: ГЕОС, 2015. – С. 22–26.
3. Анисимов Л. А., Делия С. В. Проявления гравитационного сползания в западной части Прикаспийской впадины // Геология, ресурсы, перспективы освоения нефтегазовых недр Прикаспийской впадины и Каспийского региона. – МАКС Пресс, 2008. – С. 39–45.
4. Беленицкая Г. А. Последствия нефтяных катастроф глазами седиментолога // Природа. – 2010. – № 2. – С. 25–34.
5. Блинов В. Ф. Растущая Земля: из планет в звезды [Электронный ресурс]. – Киев, 2011. – 305 с. – <http://www.nbuv.gov.ua/books/2011/11/blinov.Pdf>
6. Валяев Б. М. Углеродная дегазация Земли, геотектоника и происхождение нефти и газа (Признание и развитие идей П. Н. Кропоткина). – М.: ГЕОС, 2011. – 504 с.
7. Гуревич А. Е., Капченко Л. Н., Кругликов Н. М. Теоретические основы нефтяной гидрогеологии. – М.: Недра, 1972. – 272 с.
8. Ермаков В. И., Скоробогатов В. А. Образование углеводородных газов в угленосных и субугленосных формациях. – М.: Недра, 1984. – 205 с.
9. Коробов А. Д., Коробова Л. А., Киняева С. И. Формирование резервуаров и залежей углеводородов жильного типа в породах доюрского комплекса Шаимского района // Вопросы геологии и геохимии горючих ископаемых. – Саратов, изд-во Сарат. ун-та, 2006. – Вып. 2. – С. 33–43.
10. Кэри У. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. – М.: Мир, 1991. – 447 с.
11. Леглер В. А. Научные революции при социализме. – Режим доступа: http://socio.narod.ru/Staty/diegesis/Legler/Legler_pred2004.htm
12. Маев Е. Г. Гравитационные процессы на континентальном склоне Каспийского моря // Геоморфология. – 2004. – № 1. – С. 103–112.
13. Махутов К. Нефтегазоносность зон разуплотнения доюрских пород Южного Мангышлака // Геология нефти и газа. – 1989. – № 1. – С. 16–19.
14. Мейсон Б. Основы геохимии. – М.: Недра, 1971. – 312 с.
15. Мурдмаа И. О. Фации океанов. – М.: Наука, 1987. – 303 с.
16. Обухов А. Н. Гравитационная геодинамика в межгорных впадинах Центральной Азии // Геотектоника. – 1994. – № 3. – С. 77–89.
17. Обстановки осадконакопления и фации: в 2-х т. Т. 1 / Х. Рединг, Д. Д. Коллинсон [и др.]; под ред. Х. Рединга; под ред. П. П. Тимофеева; пер. с англ. И. Барскова [и др.]. – М.: Мир, 1990. – 352 с.
18. Посохов Е. В. Общая гидрогеохимия. – Л.: Недра, 1975. – 208 с.
19. Симонов А. П. История водной массы Мирового океана // Советская геология. – 1978. – № 4. – С. 77–85
20. Смирнов С. И. Историческая гидрогеология. – М.: Недра, 1991. – 236 с.
21. Сорохтин О. Г., Чилингар Дж. В., Сорохтин И. О. Теория развития Земли: происхождение, эволюция и трагическое будущее. – М.-Ижевск, 2010. – 752 с.
22. Тектоника гравитационного скольжения // Структурная геология и тектоника плит / под ред. К. Сейферта. – М.: Мир, 1991. – Т. 3.
23. Тимофеев П. П., Холодов В. Н. Эволюция бассейнов седиментации в истории Земли // Известия АН СССР, серия геол. – 1984. – № 7. – С. 10–31
24. Тимофеев П. П. Эволюция угленосных формаций в истории Земли. – М.: Наука, 2006. – 204 с.
25. Тимурзиев А. И. Новейшая сдвиговая тектоника осадочных бассейнов: тектонофизический и флюидодинамический аспекты (в связи с нефтегазоносностью): автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра геол.-минерал. наук. – М., 2009. – 40 с.

26. Яншин А. Л. Основные проблемы соленакопления // Проблемы соленакопления. – Новосибирск, 1977. – Т. 1. – С. 5–15.
27. Reconstruction past sea water Mg/Ca and Sr/Ca from Mid-Ocean Ridge flank calcium carbonate veins / R. Coggon, D. Teagle, C. Svith-Duque, J. Alt, M. Cooper // Science, 26 February 2010. – V.327. – N5969. – P.1114–1117.
28. Emery, D. & Myers, K. (eds.) Sequence Stratigraphy. – 1996. – 304 p.
29. Hedberg H. D. Significance of high wax oils with respect to genesis of petroleum // AAPG Bulletin. – 1968. – N5. – P.736–750.
30. Horita J., Zimmermann H. and Holland H. Chemical evolution of sea water during Phanerozoic: Implication from the record of marine evaporates // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 2002. – V.66. – P.3733–3756.
31. Rubey W. W. and Hubbert M. K. Role of fluid pressure in mechanics of overthrust faulting // Geol. Soc. America Bull. – 1959. – 70 (2). – P.167–205.
32. Tyrrell T. and Zeebe R. History of carbonate ion concentration over the last 100 million years // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 2004. – V.68. – N17. – P.3521–3530.

УДК 553.98.2.044

О ПУТЯХ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРИРОСТА ИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

© 2016 г. Ю. С. Кононов

АО "Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики"

Когда речь идет о жидких углеводородах (УВ) и путях увеличения их извлекаемых запасов, то прежде всего имеется в виду нефть, а наряду с ней конденсат сложных флюидальных систем (газоконденсатных и нефтегазоконденсатных). Таковы, например, флюидальные системы Оренбургского и Карачаганакского газоконденсатных месторождений с нефтяными оторочками. К тому же важно само представление о той разнице, которая существует между геологическими и извлекаемыми запасами, о коэффициентах извлечения. Оно (такое представление) присуще именно жидким УВ. В то же время все-таки гораздо чаще упоминается коэффициент извлечения нефти (КИН). Это связано, главным образом, с более широким распространением среди выявленных скоплений УВ нефтяных залежей по сравнению с газоконденсатными или нефтегазоконденсатными. Вместе с

тем, например, в Нижне-Волжской нефтегазоносной области (НГО), особенно в ее Саратовской части, нередко встречаются залежи нефти с газовой шапкой либо залежи газа с нефтяной оторочкой. Однако конденсата такие залежи не содержат вообще, или же его количество невелико.

Наряду с этим существуют предельно насыщенные нефтегазовые или газоконденсатные смеси, которые в поверхностных условиях нельзя или очень трудно отличить друг от друга. Применительно к таким природным системам предложено использовать два геохимических коэффициента по группам n-алканов [14]. Один из них отвечает отношениям с суммами алканов при C_{13-15} и C_{15-19} , другой – при C_{15-19} и C_{19-28} . Значения коэффициентов отражаются в индивидуальности каждого флюида и позволяют судить о степени геохимического сходства между нефтями и конденсатами.