

**О ТЕРМИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ КАРБОНАТОВ
С ВЫДЕЛЕНИЕМ СВОБОДНОГО УГЛЕРОДА НА г. БЕШТАУ**

© Сазонов И.Г., Астапова Д.А.

Северо-Кавказский федеральный университет, Институт нефти и газа, г. Ставрополь

Статья посвящена особому случаю контактово-метаморфических изменений карбонатных и карбонатно-глинистых пород. Термально-каталитическое разложение карбонатов происходит не только с образованием окиси и двуокиси углерода, но и с выделением части углерода в свободном виде – в виде микрозернистой разности графита или в виде сажиистой разновидности углерода. Появление атомарного углерода за счет карбонатных горных пород позволяет правильнее оценить процессы круговорота углерода в природе, одним из звеньев которого может оказаться синтез углеводородов с дальнейшим образованием их залежей. Становится понятней обычная связь месторождений нефти и природного газа с зонами глубоких современных или палеотектонических погружений.

Ключевые слова: горячий контакт, холодный контакт, магматический диатир, термокаталитическое разложение, круговорот углерода

В круговороте углерода в природе выделяются несколько циклов. Основным считается круговорот в виде углекислого газа, поглощаемого растениями, и затем возвращаемого в атмосферу после их гибели и разложения. Углекислая часть растений возвращает углерод в атмосферу медленно – масштаб измерения времени геологический. Мы намеренно не упоминаем консервацию углерода в углеводородных залежах, поскольку об этом будет идти речь ниже. Огромное количество углерода изымается из атмосферы в процессе осаждения карбонатов при образовании хемогенных и биогенных известняков, доломитов, мергелей. Эти процессы должны были уже давно изъять весь углерод из атмосферы и законсервировать его. Очевидно, существуют процессы, возвращающие углерод в атмосферу, на что обратили внимание исследователи [6, 7, 8]. Таким образом, устанавливается некоторое равновесие между поступлением углерода в атмосферу и его связыванием на геологически длительные интервалы времени. Для каждой геологической эпохи этот баланс между увеличением и уменьшением содержания углекислого газа в атмосфере свой, как, кстати, и величина этого содержания.

Одним из основных источников пополнения углекислого газа в атмосфере являются вулканические эксгаляции. При этом выделяющийся в виде СО и СО₂ углерод считается мантийным, одним из продуктов общей дегазации Земли. Однако ранее [4, 5] мы уже отмечали, что при термическом (термокаталитическом) воздействии на карбонатные породы разложение составляющих их карбонатов происходит не только с выделением углекислого газа, но и с выделением атомарного углерода, его сажиистой разновидности.

В районе Кавказского Пятигорья горные массивы представляют собой внедрения магматических тел в толщи осадочных пород. Особый интерес представляет собой процесс возникновения на Минераловодском тектоническом поднятии магматических горных массивов и особенностей их рельефа. Дискуссионными до настоящего времени остаются вопросы как механизма их появления, так и их возраста как с точки зрения времени появления собственно горного рельефа.

Собственно магматические события здесь начались в плиоценовое время (около 10 млн лет назад). Магма начала внедряться в толщу мезо-кайнозойских осадочных

пород в виде так называемого магматического диапира. Время внедрения установлено определением абсолютного возраста магматических пород, слагающих ядра горных массивов [1].

Магматические диапиры на поверхность не выходили. Исключение мог представлять массив г. Бештау. Перекрывающие осадочные породы приподнимались, образуя горные массивы разной высоты. Эти горные массивы за прошедшие 10 млн лет успели разрушиться и сивелироваться до уровня прилежащей плоской равнины. Магматические ядра отдельных горных массивов при этом могли обнажаться (Бештау, Змейка), другие сохранили толщи перекрывающих осадочных пород (Машук, Лысая, Золотой Курган). Процесс денудации, вскрывавший магматические ядра горных массивов, естественно, уничтожил так называемые «горячие» контакты между магматическими породами и перекрывающими их осадочными в апикальной части магматических тел.

В четвертичное время на Минераловодском поднятии вновь активизировались тектоно-магматические процессы. На общем фоне воздымания Минераловодского поднятия опережающими темпами поднялись горные массивы. Амплитуда воздымания каждого из массивов примерно равна их нынешней относительной высоте, поскольку последующая денудация, в силу небольшого промежутка времени, прошедшего после последнего голоценового воздымания, заметно себя не проявила.

Повторное воздымание магматических массивов осуществлялось в твердом консолидированном состоянии. Об этом свидетельствуют «зеркала скольжения» в боковых контактах между магматическими телами и вмещающими осадочными породами. Такие контакты являются уже «холодными». Породы непосредственно на контакте часто раздроблены, брекчированы.

«Горячие» контакты могли сохраниться там, где при воздымании магматических тел они увлекли «спянные» с ними блоки осадочных пород, как это произошло у седловины между Большим и Малым Бештау, либо при искусственном вскрытии достаточно глубоко залегающих «горячих» контактов, от которых при воздымании оторвались магматические тела, как это произошло на Кинжале.

Сохранившиеся «горячие» контакты магмы с известняками и мергелями мелового и палеогенового возраста характеризуются некоторыми особенностями. Карбонатные минералы известняковых мергелей здесь разлагались с высвобождением не только углекислого газа, но и свободного углерода (согласно проведенным лабораторным анализам), окрасившего горные породы в черный цвет (рисунки 1, 2). Количество высвобожденного углерода возрастает по мере приближения к контакту. В полевых условиях нами изучались «горячие» контакты на массивах гор Бештау, Змейка, Кинжал, у которых магматические тела, слагающие центральную часть (ядро) гор, обнажаются на поверхности. Видимая часть этих контактов составляет несколько десятков метров. Чистые разности известняков, слои которых имеют толщину от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров, приобретают черную окраску, причем их окраска оказывается более равномерной, чем в измененных мергелях и карбонатных глинах.

На наш взгляд, подобное разложение происходит и в условиях регионального метаморфизма при достижении соответствующих термобарических условий. Уже давно установлена закономерность: в глубокометаморфизованных комплексах последовательно уменьшается, вплоть до полного исчезновения, количество эвапоритов, а заодно и карбонатных пород. Часть углерода в виде CO_2 возвращается в атмосферу, часть может выделяться в виде чистого углерода. Считаем, что появление атомарного углерода в условиях высоких давлений и температур – это прямой путь к синтезу углеводородов по схемам реакций, известных со времен Д.И. Менделеева.

Если принять, что описанные процессы в природе действительно реализуются, что, на наш взгляд, вполне правомерно, то становится понятным повсеместное распространение углеводородов, включая древние щиты платформ. Наиболее крупные запасы углеводородов формируются в областях глубоких погружений осадочных толщ

палеозоя, мезозоя и кайнозоя (предгорные прогибы, внутриплатформенные впадины, межгорные прогибы и т.п.). Поступая по ослабленным (разломным) зонам в осадочную оболочку, углеводороды распределялись в соответствии с характером распространения коллекторов и ловушек.



Рис. 1. Фотография образца верхнемеловых пород (седловина между Большим и Малым Бештау)

Обращаем внимание на неравномерность тектонических процессов как во времени, так и в пространстве. Отсюда неравномерность в продуцировании углеводородов. В принципе, этот же процесс можно считать непрерывно-прерывистым, поскольку в процессе погружения все новые и новые комплексы, содержащие карбонатные породы, попадают в условия, благоприятные для генерации углеводородов. Прерываться генерация может при смене погружений воздыманиями, либо за счет полного исчерпания генерирующих возможностей пород.

Существуют комплексы пород, по которым видно, что они попадали в условия, достаточные для выделения углерода, как, например, ранне- и среднеюрские черные филлитизированные сланцы, обнажающиеся в осевой части Большого Кавказа. Сланцы эти часто именуют углистыми, подразумевая первоначальную органическую природу вещества, придающего им черную окраску. На наш взгляд, их следует именовать графитизированными, поскольку окраска их связана с абиогенным разложением карбонатов и выделением сажистой разновидности углерода. В Предкавказье в верхнепалеозойском фундаменте также присутствуют графитизированные толщи глинистых сланцев и филлитов каменноугольного возраста, из которых до сих пор происходит эманация метана в небольших количествах. К этому явлению местные геологи применили образное выражение – «фундамент дышит углеводородами».

Главную роль в процессе поступления углеводородов играет вертикальная миграция, по крайней мере, до поступления углеводородов в природные резервуары, где возможно осуществление латеральной миграции, обычно ограниченной несколькими десятками километров.

Сильно обогащенные органическим веществом породы, принимаемые в качестве нефтематеринских, например, доманиковые сланцы, баженитовые глины, главную роль в формировании общих запасов сыграть не смогли, поскольку для эмиграции из них углеводородов требуются более жесткие термодинамические условия, чем испытанные ими до настоящего времени. Возможно, это случится в дальнейшем, если осуществится их дальнейшее погружение.

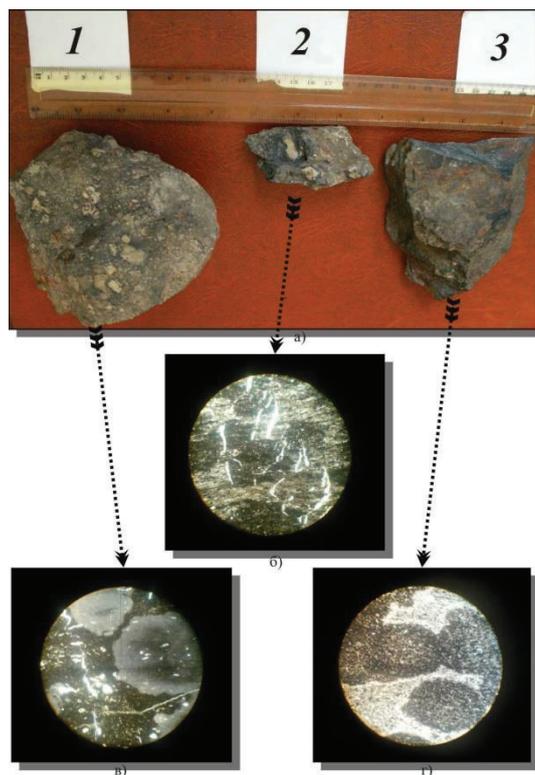


Рис. 2. Фотографии образцов (а) верхнемеловых пород, отобранных на седловине между Малым и Большим Бештау и их шлифов (б, в, г)

Уникальность химического состава нефтей в отдельных месторождениях и зонах нефтегазонакопления можно объяснить их генерацией в самостоятельных очагах и дальнейшей вертикальной миграцией. Особенности химического состава зависят от направления химических преобразований, определяемых наличием и концентрацией катализаторов и термобарическими условиями. Катализаторами являются, вероятно, соединения металлов: никеля, ванадия, кобальта, железа, присутствующие в нефтях в виде металлоорганических соединений. Подобные реакции используются, в частности, при добыче и подготовке сланцевой нефти – апгрейдинге, включающем получение легких углеводородов за счет расщепления более тяжелых молекул. Например, при гидрокрекинге, протекающем при температурах порядка 400 °С и давлении около 20 МПа, расщепляются тяжелые ароматические углеводороды с превращением их в насыщенные циклические. Вероятно, жидкие углеводороды способны захватывать ванадий, никель, кобальт, входящие в состав нефтепроизводящих толщ, и превращать их в подвижные соединения. Возможно, находясь в составе пород, эти элементы играли роль катализаторов при синтезе углеводородов и при их дальнейших превращениях, включая природный апгрейдинг. Только вертикальной миграцией углеводородов можно объяснить уникальность химического состава нефтей в месторождениях одного нефтегазоносного бассейна за счет их поступления из самостоятельных очагов нефтегазообразования.

К сожалению, мы не можем поддержать концепцию А.А. Баренбаума о возможном быстром образовании нефти и углеводородных газов за счет атмосферного углекислого газа, да ещё темпами, восполняющими их добычу в реальном времени [2, 3]. Исходя из вышеизложенного, процесс образования углеводородов является постоянным, но темпы этого процесса недостаточны для восполнения извлеченных и

извлекаемых запасов. Это означает, что неизбежно наступит время, когда добыча УВ начнет сокращаться естественным порядком.

Литература

1. *Афанасьев Г.Д.* Проблема возраста магматических пород Северного Кавказа / Г.Д. Афанасьев // Изв. АН СССР. – сер. Геология. - № 4. – 1955.
2. *Баренбаум А.А.* Механизм формирования скоплений нефти и газа // Докл. АН. М.: ФГУП Наука, 2004. № 6. С. 802–805.
3. *Баренбаум А.А.* Современное нефтегазообразование как следствие круговорота углерода в биосфере // Георесурсы, 2015. № 1(60). С. 46–53.
4. *Сазонов И.Г.* О некоторых особенностях контактового разложения карбонатов на г. Бештау / *И.Г. Сазонов, П.В. Бигун, Д.А. Астапова* // Материалы XL научно-технической конференции по итогам работы профессорско-преподавательского состава СевКавГТУ за 2010 г. Т. 1. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. Ставрополь, 2011. С. 180.
5. *Сазонов И.Г.* Особенности геологического развития Минераловодского выступа / *И.Г. Сазонов, Д.А. Коллеганова (Д.А. Астапова)* // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета, 2006. № 3. С. 68–70.
6. *Сидоренко А.В.* Изотопные особенности древнейших карбонатных отложений докембрия / А.В. Сидоренко, Ю.А. Борщевский // Тез. докл. V Всесоюз. симпоз. по геохимии стабильных изотопов. М.: ГЕОХИ АН СССР. 1974. С. 2–4.
7. *Сидоренко А.В.* Общие тенденции в эволюции изотопного состава карбонатов в докембрии и фанерозое / А.В. Сидоренко, Ю.А. Борщевский // Докл. АН СССР, 1977. № 4. С. 892–895.
8. *Сидоренко А.В.* Проблема геохимической эволюции Земли в свете данных изотопной геологии докембрия / *А.В. Сидоренко, Ю.А. Борщевский* // Проблемы осадочной геологии докембрия. Вып. 5. М.: Наука, 1979. С. 34–44.