

СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПОСТВУЛКАНИЧЕСКИЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ИХ НЕДРАХ

М.В. Багдасарова

Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, bagdasarova2008@yandex.ru

Известно, что современные субаквальные разгрузки гидротерм содержат углеводородные газы, а в наземных условиях постмагматические гидротермальные системы иногда содержат и нефть (Узон). Глубинная природа их, обычно, не вызывает сомнений. В нефтегазоносных регионах, изученных геофизическими работами и глубоким бурением, также достаточно хорошо известны флюидные системы в виде водно-газово-нефтяных смесей, которые разгружаются по проницаемым системам разломов из глубоких зон, несут в себе многие рудные компоненты и формируют промышленные скопления как руд, так и залежи нефти и газа. Однако, глубинная природа этих флюидных систем часто подвергается сомнениям.

Для решения некоторых проблемных вопросов нефтяной геологии на специальных геодинамических полигонах в нефтегазоносных регионах изучалась современная динамика глубинных разломов. Выполнялось многократное высокоточное нивелирование в зонах разломов с целью определения вертикальных движений земной поверхности. Проводились повторные наблюдения гравитационного и магнитного полей. Изучалось температурное поле. Анализировался имеющийся сейсмический материал, характеризующий глубинное строение нефтяных месторождений. Изучалось строение и состав осадочного разреза, проявления вулканической деятельности в разные периоды тектонической активности, формирование и структура коллекторов и «покрышек» залежей нефти и газа, а также газовый и химический состав попутных вод и нефти в залежах. Проводились геохимические съёмки в приповерхностных отложениях по углеводородным газам и гелию, а также режимные наблюдения выявленных аномалий. Исследовались состав нефти и попутных газов и проводились режимные наблюдения гелия в попутных газах в залежах. Работы проводились в разных по тектоническому строению регионах. Основные результаты этих работ были опубликованы [Сидоров и др. 1989].

Наиболее важным следствием проведенных многолетних исследований - выявление тесной связи современной динамики геологической среды и флюидодинамики в виде вертикальной миграции (разгрузки) флюидов из фундамента, внутри осадочного чехла и до поверхности, которая происходит в зонах проводящих разломов в современную эпоху и отражается в вариациях геофизических и геохимических полей. На рис. 1 приведена схема развития во времени деформаций, отраженных в современных вертикальных движениях земной поверхности, и изменения во времени гравитационного поля для северной части Припятской впадины, где проводились комплексные исследования. Показаны центры напряжений, которые периодически возникают в зоне Речицкого разлома, контролирующего здесь основные месторождения нефти. Напряжения возникают на разных глубинах, как в коре, внутри фундамента, так и в осадочном чехле. Они рассчитаны по характеру движений земной поверхности. Проведенные здесь работы глубинного сейсмического зондирования подтвердили реальность этих построений. Под северной структурной зоной выявлена плотностная аномалия прохождения сейсмических волн в виде пониженных скоростей на глубинах 30, 70 и 100 км, что может быть связано с разуплотнением и флюидонасыщенностью этой зоны. Важно то, что аналогичные плотностные аномалии в коре и верхней мантии наблюдаются практически во всех исследованных нефтегазоносных регионах [Булин и др. 2000], что позволяет считать такую связь основной закономерностью. Следовательно, глубинные разломы, проявляющие тектоническую активность в настоящее время, дренируют кору и мантию с особыми свойствами, а флюидные системы разгружающиеся по ним, имеют глубинную природу. Это отражается и в температурном поле. В северной части впадины над аномальной корой и верхней части мантии выявлена температурная аномалия в осадочном чехле. Здесь же концентрируются все промышленные месторождения. [Сидоров и др. 1989]

Изменчивость во времени гравитационного поля, показанные на рис. 1, свидетельствуют о геологических процессах, которые происходят внутри разломных зон, связанные с изменением плотности. Эти процессы могут быть обусловлены фазовыми переходами на пути миграции

флюидных систем - выпадении твердой фазы (например, соли). Напомню, что Припятская впадины является запятым звеном в системе крупной рифтовой структуры на юго-западе Восточно-Европейской платформы. Её продолжением является Днепровско-Донецкая впадина и Донбасс. Осадочное выполнение Припятской впадины представлено вулканогенно-карбонатным комплексом и солями верхнего девона. Более молодые осадки карбона и мезозоя составляют менее трети разреза. В девоне установлены проявления основного и щелочного вулканизма в виде подводных излияний основных, ультраосновных и щелочных лав. Постмагматические гидротермальные системы являлись здесь источником солей и карбонатов. Современным аналогом такой ситуации является развивающаяся рифтовая впадина Красного моря. В настоящее время разгрузки постмагматических гидротерм в Припятской впадине продолжаются и могут быть замерены геофизическими и геохимическими методами. [Сидоров и др. 1989]

Вторичные изменения карбонатных пород, которые являются основными коллекторами нефти в Припятской впадине, по многочисленным исследованиям характеризуются вторичным пустотным пространством. Хлоркальциевые рассолы минерализация которых достигает 600г/л, с газами разного состава являются агрессивными в отношении карбонатных толщ. Последние характеризуются зональной доломитизацией и частичным растворением матрицы пород. При этих процессах формируется вторичное пустотное пространство, которое и заполняется нефтью. По периферии залежей идут процессы вторичной цементации в виде зон ангидритизации. Явление растворения карбонатов сопряжено здесь с галитовым метасоматозом - замещением галитом известняков и выпадение галита в трещинах, а также раздувом галитовой соляной массы над проводящим разломом. Выполненные здесь геодинамические и геохимические наблюдения показали проводимость Речицкого разлома до поверхности, где установлены аномалии гелия в водах четвертичных отложений и углеводородные аномалии при геохимических съемках, а также вариации гравитационного поля, отражающие процессы миграции и фазовые переходы во флюидной системе.

Изучение вторичных преобразований осадочных пород в зонах нефтегазоаккумуляции в Припятской, Днепровско-Донецкой впадинах и других нефтегазоносных регионах, установленная вторичность емкостного пространства и приуроченность этих изменений к проводящим разломам, а также характер изменений, аналогичных окорудным при гидротермальных процессах, позволили отнести нефтяные месторождения к гидротермальным образованиям, а флюиды нефтегазоносных регионов считать накопленными и современными гидротермальными системами [Багдасарова 1997, 2000, 2001]. На примере Припятской впадины и подобных рифтовых структур очевидно, что после основного, ультраосновного и щелочного вулканизма, при котором выносятся много солей, щелочей и определяется тип осадконакопления, при активизации разлома в последующую более спокойную эпоху по разлому проникают флюиды, главным образом газы – водород, углеводороды, при разгрузке которых образуется и немного воды, в которой растворяется много солей образуя рассолы, богатые многими глубинными элементами рудными и нерудными. Их называют в Белоруссии – жидкие руды. Разгружаясь в осадочный чехол, при определенных РТ условиях выпадает из раствора соль, формируя купола, что типично для этого типа структур. Следует напомнить, что именно углеводородные системы являются переносчиками многих рудных элементов в комплексных соединениях, которые выпадают при разгрузках иногда в виде самородных металлов, как это установлено теперь при более детальных литологических исследованиях геологического разреза в Днепровско-Донецкой впадине [Лукин, 2008]. Аналогичные процессы идут и в других регионах, где основной вулканизм сменяется последующими гидротермальными проявлениями в виде выходов рассолов и формирования соляных диапиров, богатых в приштоковых зонах как нефтяными скоплениями, так и рудопоявлениями полиметаллов и самородной серы, флюорита и других глубинных элементов.

При более кислом андезитовом вулканизме последующие гидротермальные системы носят существенно иной характер. Такие флюидные системы изучались нами в Терско-Каспийском краевом прогибе в Терско-Сунженской зоне нефтегазоаккумуляции, где также проводились геодинамические исследования и выявлена связь месторождений с глубинными разломами земной коры и разгрузками глубинных флюидных систем [Багдасарова, 2000, Сидоров и др. 1989]. Этот район характеризуется высокой сейсмичностью, а разгрузки отражены в динамике геологической среды и характеризуются изменчивостью во времени магнитного поля, а также и в характере температурного поля, которое здесь более напряженное, чем в Припятской впадине. Глубинные флюидные системы этого региона

иные. Воды слабоминерализованы (до 50 г/л) преимущественно гидрокарбонатно-натриевого типа. Высокоминерализованные рассолы здесь встречаются редко и в отдельных локальных участках. Характерна разгрузка современных гидротермальных систем до поверхности, где они выходят в виде горячих слабоминерализованных источников с газами и нефтепроявлениями. Известны проявления грязевого вулканизма. Динамика литосферы и режим разгрузок, как и в Припятской впадине, носит пульсационный характер. Замеренные повторным нивелированием вертикальные движения земной поверхности существенно выше, чем в Припятской впадине. Динамика разгрузок флюидов проявляется в изменчивости во времени магнитного поля над наиболее крупными вертикальными потоками флюидов. К этим же узлам приурочены и многопластовые нефтегазовые месторождения. Часто зоны разгрузок сопровождаются землетрясениями. На рис.2 приведен пример такой связи в зоне глубинного разлома, контролирующего Октябрьское и Грозненское месторождения, где осадочный чехол содержит нефтяные и газовые залежи от 200 м до глубины 6,5 км. В процессе таких разгрузок происходит гидроразрывы компетентных пород – известняков верхнего мела – основного мощного продуктивного горизонта с трещинными коллекторами, и насыщение флюидами (в том числе нефтью и газом) песчанников разреза третичных отложений. Воды гидротермальных систем в этих тектонических условиях гидрокарбонатно-натриевого типа с обилием газов, среди которых большое место занимает углекислота. Вторичные изменения вмещающих пород помимо гидроразрывов характеризуются окремнением, воды часто бороносные, с обилием кремнезема, бария и других элементов. Часто в разных блоках структуры встречаются воды разной минерализации и с разным комплексом рудных компонентов, что свидетельствует о продолжающемся подтоке новых гидротерм, существенно отличающихся от находившихся здесь ранее, и неуровновешенности всей системы. Подобная современная гидротермальная система профессионально изучена геологами-рудниками на нефтяном месторождении о.Челекен [Лебедев, Никитина, 1983] в западной Туркмении. В тектоническом отношении эта зона относится к альпийскому поясу, как и Терско-Сунженская, в которой преобладает вулканизм андезитового типа. Здесь в скважинах вскрывших нефтяные воды в промысловых трубах образовывались пробки из сульфидов свинца, цинка, кремнезема и других минералов, а в воде выявлена мощная аномалия по меди и кадмию. Эта современная рудоносная гидротермальная система интересна еще и тем, что длительные наблюдения концентраций металлов в растворе не остаются постоянными во времени.

Таким образом, флюидные системы осадочного чехла и фундамента (в том числе нефть и газ), которые разгружаются по проницаемым системам глубинных разломов в настоящее время, являются источником накопления УВ и несут в себе все признаки рудообразующих растворов; формируют как скопления нефти, так и руд (железо, уран, медь, марганец, ртуть и др.), а воды содержат фтор, бор, бром, йод, рубидий, цезий и другие глубинные элементы и представляют собой современные и накопленные поствулканические гидротермальные системы по составу и свойствам тесно связанные с предыдущими вулканическими событиями. Основное различие современных гидротермальных систем в разных тектонических условиях – различное содержание воды, которая контролирует минерализацию растворов и современную динамику геологической среды [Багдасарова, 2001]. Следует напомнить, что образование воды из водорода и кислорода сопряжено с большим выходом энергии (взрывами), этими свойствами обладают и преобразования многих углеводородных систем, особенно, если еще имеется в углеводородном потоке сера. Естественно, взрывы и являются основными очагами землетрясений. Содержание воды, по всей вероятности, определяется фугитивностью кислорода в глубинном источнике флюидов – мантии, что подтверждается некоторыми петрологическими исследованиями. Разное содержание кислорода определяет, как состав магм, так и характер вулканических событий и поствулканических гидротермальных систем.

Список литературы

Багдасарова М.В. Роль гидротермальных процессов в формировании коллекторов нефти и газа //Геология нефти и газа, 1997, № 9, с.42-46

Багдасарова М.В. Современные гидротермальные системы и их связь с формированием месторождений нефти и газа.// В кн.»Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности», 2000, М.Наука, с.100-115

Багдасарова М.В. Особенности флюидных систем зон нефтегазонакопления и геодинамические типы месторождений нефти и газа //Геология нефти и газа 2001, № 3 с.50-56

Булин Н.К., Егоркин А.В., Региональный прогноз нефтегазоносности недр по глубинным сейсмическим критериям. М. Центр ГЕОН, 2000, 192с.

Лебедев Л.М., Никитина И.Б. Челекенская рудообразующая система. М.Наука, 1983, 240с.

Лукин А.Е. Частицы самородных металлов, карбидов и силицидов во вторичных коллекторах нефти и газа – трассеры суперглубинных флюидов //Матер. Конференции «Дегазация Земли: геодинамика,геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы» м.ГЕОС. 2008, с.293-296

Сидоров В.А., Багдасарова М.М., Атанасян С.В. и др Современная геодинамика и нефтегазоносность. М. Наука, 1989, 200с