

## СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПОСТВУЛКАНИЧЕСКИЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ИХ НЕДРАХ

М.В. Багдасарова

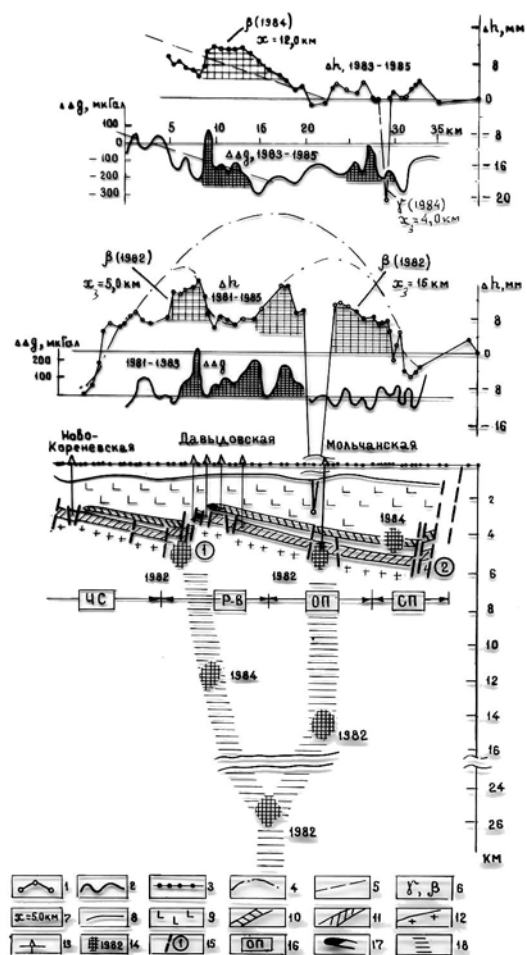
Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, e-mail: bagdasarova2008@yandex.ru

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



**Рис. 1.** Современные движения земной поверхности в зоне Речицкого разлома (Давыдовское пересечение) по данным повторного нивелирования и изменчивость во времени гравитационного поля по повторным измерениям. Условные обозначения: 1 – современные вертикальные движения земной поверхности; 2 – изменения во времени гравитационного поля, 3 – пункты наблюдений, 4-7 – базовые элементы современных движений для вычисления напряжений в фундаменте и осадочном чехле; 8 – геологические границы и осадочные чехлы; 9 – отложения солей; 10-11 – Карбонатные комплексы верхнего девона; 12 – кристаллический фундамент; 13 – глубокие скважины, 14 – расчетные зоны тектонических напряжений в разные периоды; 15 – Речицкий и Первомайский разломы; 16 тектонические зоны; 17 – нефтяные месторождения; 18 – прогнозные разломные зоны.

миграции флюидных систем - выпадении твердой фазы (например, соли). Напомню, что Припятская впадины является запальным 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 продолжают 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 околорудным 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 рудопроявлениями 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 нефтегазонакопления., 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 50г/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

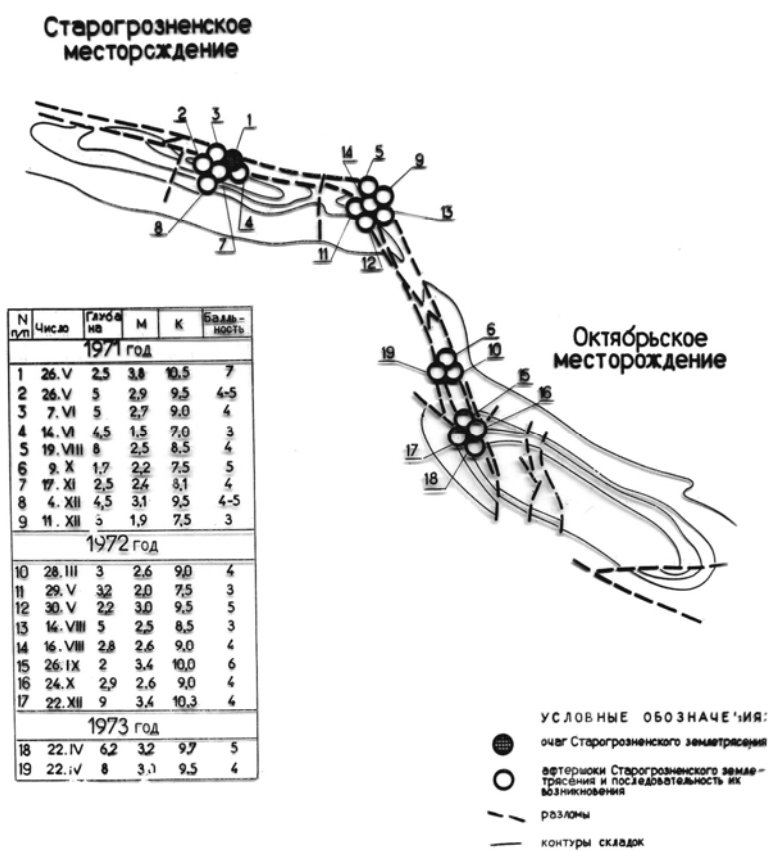


Рис. 2. Землетрясения 1971-1973 гг. и их афтершоки в районе Старогрозненского и Октябрьского месторождений. Условные обозначения: 1 – очаг Старогрозненского землетрясения; 2 – афтершоки Старогрозненского землетрясения 3 – разломы, 4 – контуры складок.

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) песчаников 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 неуравновешенности 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 // Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности», М.: Наука, 2000. С. 100-115.
- Багдасарова М.В.** Особенности флюидных систем зон нефтегазоаккумуляции 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. 192 с.
- Лебедев Л.М., Никитина И.Б.** Челекенская рудообразующая система. М.: Наука, 1983. 240 с.
- 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. С. 200.