

УДК 550.84:553.981.2(575.1)

**Перевозчиков Г.В.**

Newtown, USA, geraldperev@gmail.com

## **ПОЛЕ ВОДОРОДА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ГАЗЛИ ПО ДАННЫМ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В НЕФТЕГАЗОНОСНОМ РЕГИОНЕ СРЕДНЕЙ АЗИИ**

*Площадным определением концентраций водорода в подземных водах и на поверхности месторождения газа Газли показано, что оно находится в зоне глубинной дегазации водорода, поступающего до поверхности по разломам из земной коры. Установлен совместный транзит водорода и гелия по этим структурам и отсутствие мантийного, легкого изотопа гелия-3 в потоке легких глубинных газов. Одновременно апробирована оригинальная методика картирования очагов разгрузки глубинного водорода на поверхности земли. Следствием разгрузки в покровные осадочные отложения явилось образование контрастных восстановительных геохимических барьеров на пути инфильтрационных кислородных подземных вод, несущих растворенные поливалентные элементы. В результате образовались промышленные залежи урана и сопутствующих элементов в условиях отсутствия минеральных восстановителей на некоторых гидрогенных месторождениях урана Средней Азии.*

**Ключевые слова:** гелий, водород, уран, глубинные разломы, генерация углеводородов, подземные воды, месторождение газа Газли.

В последние годы в научных геологических кругах существенный отклик нашла гипотеза изначально гидридного строения Земли В.Н. Ларина (1980). Предложенная гипотеза обосновывает наличие космической концентрации водорода в виде гидридов металлов в ядре Земли и постепенную дегазацию водорода из мантии через земную кору в атмосферу. Имеющиеся данные прикладных геохимических исследований В.Н. Ларина по выявлению проявлений водорода вблизи поверхности относятся, в основном, к территории Русской платформы, на которой размещаются центральные области России. На равнинных просторах многих районов отмечено образование округлых провалов грунтов, обусловленных глубинными флюидами водорода, зафиксированы высокие содержания водорода в почвенном воздухе (до 1-1,6 %) и даже предлагается провести разведочные работы [Ларин, 2000] на водород как экологически безопасный высококалорийный источник энергии. Проблемы глобального изменения климата Земли под воздействием эндогенного потока водорода в атмосферу рассматривается в работах и докторской диссертации В.Л. Сывороткина (2002). Большое значение глубинного водорода в генезисе источников углеводородных месторождений привлекается сторонниками как биогенной, так и минеральной теории образования нефти, и в этом наблюдается сближение двух точек зрения на образование нефти и газа [Дегазация Земли..., 2010].

В связи с этим представляется своевременным сообщить некоторые результаты площадной водородной и гелиевой геохимической съемки в тектонически активизированном нефтегазоносном регионе Туранской тектонической плиты в Средней Азии, в частности на площади газового месторождения Газли. Газовая геохимическая съёмка по водороду здесь была проведена одним из подразделений геологического объединения «Краснохолмскгеология», выполнявшего поисковые и разведочные работы на уран в Средней Азии и обеспечившего создание Кызылкумской промышленной урановой рудной провинции.

Привлечение водорода в геохимических исследованиях нами было начато в середине 1970-х гг. для объяснения причин локализации многоярусных залежей урана на гидрогенном месторождении Учкудук, образованного инфильтрационным процессом миграции кислородных вод, несущих растворенный уран, в осадочных отложениях мезозойско-кайнозойского возраста. Рудные концентрации урана осаждаются из воды при переходе в восстановительные условия. Процесс образования урановых залежей в подземных водопроницаемых горизонтах (песков, песчаников) среди водоупорных пластов (глин, алевролитов и др.) достаточно прост. Кислородные воды, стекающие с воздымающихся гор Тянь-Шаня, растворяют уран на участках водосбора, или из водовмещающих пород, проникают в переслаивающиеся пласты осадочных отложений и обеспечивают транзит урана по водопроницаемым горизонтам (пески, песчаники и т.п.) между водоупорных пластов (глины, алевролиты) до естественного восстановительного геохимического барьера. Подвижный в кислородной воде (шестивалентный) уран в восстановительных геохимических условиях переходит в четырехвалентную нерастворимую форму и обеспечивает образование из микроконцентраций залежи руд с кондиционными содержаниями. Восстановителем окислов урана могут оказаться сульфиды металлов (пирит), растворенный в воде сероводород; органическое вещество, например, захороненные в породах растительные остатки (детрит), битумы и другие углеводороды.

На месторождении Учкудук крупные урановые залежи кендыктюбинского горизонта, обнаруженные в водопроницаемых пластах среди водоупорных в осадочных отложениях верхнемелового возраста, не имели видимых (минеральных) восстановителей. В пласте с кислородными инфильтрационными водами, несущими подвижный уран, не было битумов, сульфида железа или захороненной растительной органики. Восстановительный процесс осаждения урана происходил в практически мономинеральных глауконитовых песках рудовмещающего водопроницаемого продуктивного горизонта. Глауконит состоит в

основном из окислов кремния, алюминия, железа, магния, калия и не обладает восстановительными свойствами. Еще несколько месторождений урана в осадочных отложениях Кызылкумской урановой провинции в различных частях отложений мезозойско-кайнозойского возраста были установлены в разнообразных водопроницаемых породах, также не содержащих видимых минеральных восстановителей.

Площадной атмогеохимической (газовой) съемкой, использующей спектр газов [Перевозчиков, 1978, 1984] на глубине около 10 м от поверхности в покровных рыхлых отложениях над месторождением урана Учкудук, залегающем на глубине 100 м и более, была установлена обширная аномалия с содержанием водорода до 90 % в поровом газе. В воде имеющихся поблизости скважин и даже в колодце, прославленном песней: «Учкудук–три колодца», концентрация растворенного водорода достигала  $(30-100) \times 10^{-3}$  мл/л на фоне нулевых концентраций по периферии. Таким образом, была снята загадка с невидимым источником осаждения урана на месторождении, так как водород является хорошим восстановителем. Водородная аномалия совпала с линейной аномалией гелия, трассирующей разрывную структуру, что и позволило признать глубинность происхождения восстановителя (водорода), так как гелий, наряду с мантийным изотопом  $He_3$ , является общепризнанным признаком глубинных разломов в земной коре, так как генерируется радиоактивными элементами, рассеянными в объеме ее толщи. Для выявления возможного присутствия мантийного гелия на аномалиях с концентрацией гелия в воде от  $50 \times 10^{-5}$  до  $1700 \times 10^{-5}$  мл/л было произведено определение его изотопов (анализ выполнен в ФТИ имени академика А.Ф. Иоффе, Ленинград).

Анализ изотопов на аномалиях гелия на разломах показал, что их соотношение в Кызылкумской провинции не превышает  $(1-5,3) \times 10^{-7}$ , что является признаком отсутствия примеси мантийной составляющей (табл. 1). Отношение  $He_3/He_4$  для атмосферы составляет  $1,4 \times 10^{-6}$ , еще выше оно для космоса. Поэтому повышенные концентрации  $He_3$  обычно сопутствуют мантийным (первозданным) газам.

По данным геохимиков [Природные газы..., 1976] такие аномалии свойственны зонам рифтов, где мантия скрыта земной корой небольшой мощности. Например, на проявлениях газа Тункинской впадины в зоне рифта Забайкалья отношение  $He_3/He_4$  составляет  $(26-89) \times 10^{-7}$  на Сахалине и Камчатке -  $(60-120) \times 10^{-7}$ , высокие концентрации изотопа  $He_3$  характерны и для других рифтов (Исландия, Восточная Африка и др.) Таким образом, аномалии гелия на разломах в районе урановых месторождений Кызылкумской провинции свидетельствуют об их внутрикоровом источнике, что согласуется с мнением В.П. Якуцени

(1968) , изучавшей проявления гелия и соотношения его изотопов на углеводородных месторождениях в пределах Туранской плиты и заключившей, что концентрации мантийного гелия на этих месторождениях «несущественны и даже сомнительны». По данным геолого-геофизических исследований [Уломов, 2004] мощность земной коры в рассматриваемом регионе составляет 35-40 км и имеет тенденцию постепенно нарастать к юго-востоку до 45-60 км. Таким образом, генерация гелия в регионе и, возможно, все структурно-вещественные преобразования геологической материи вблизи глубинных гелиеносных разломов происходят в пределах толщи земной коры без проявления вулканизма и, видимо, без влияния мантийных источников.

Таблица 1

**Результаты анализа соотношения изотопов  $He_3/He_4$   
на аномалиях вблизи урановых месторождений в Кызылкумах**

№	Адреса отбора проб	Отношение $He_3/He_4$ в $10^{-7}$
1	Месторождение урана Учкудук, скважина в гранитах	4,6
2	Родник Бешбулак в отложениях верхнего мела	1
3	Скважина в отложениях верхнего мела	3,8
4	Месторождение урана Учкудук. Колодец на контакте отложений верхнего мела и гранитов Айтымского интрузива	5,3
5	Месторождение урана Лявлякан. Скважина в отложениях среднего эоцена	3,6
6	Тектоническое озеро Лявлякан, Скважина в отложениях палеогена	1,9
7	Месторождение урана Лявлякан, куст 2 скважин подземного выщелачивания из рудной залежи	1
8	Месторождение урана Лявлякан, куст подземного выщелачивания урана №6	3
9	Месторождение урана Лявлякан гидрогеологическая скв. 90 в отложениях палеогена	3,7

Съемка по гелию, растворенному в подземных водах, выполнена нами на площади междуречья Амударьи и Сырдарьи. Повышенные концентрации гелия в воде изменяются в пределах от  $n10^{-5}$  до  $n10^{-2}$  мл/л и более. В результате съёмки зафиксирована сеть активизированных флюиды-проводящих разломов, которые представляют систему ортогональных, иногда плавно сопряженных зон:

- региональных, имеющих северо-западное простирание, прослеженных на расстоянии во многие сотни и более километров. Это единая зона Западно-Кызылкумских разломов Бухарской тектонической ступени на правобережье Амударьи (Предкызылкумский, Ромитанский и другие разломы). С востока региона интенсивными аномалиями гелия

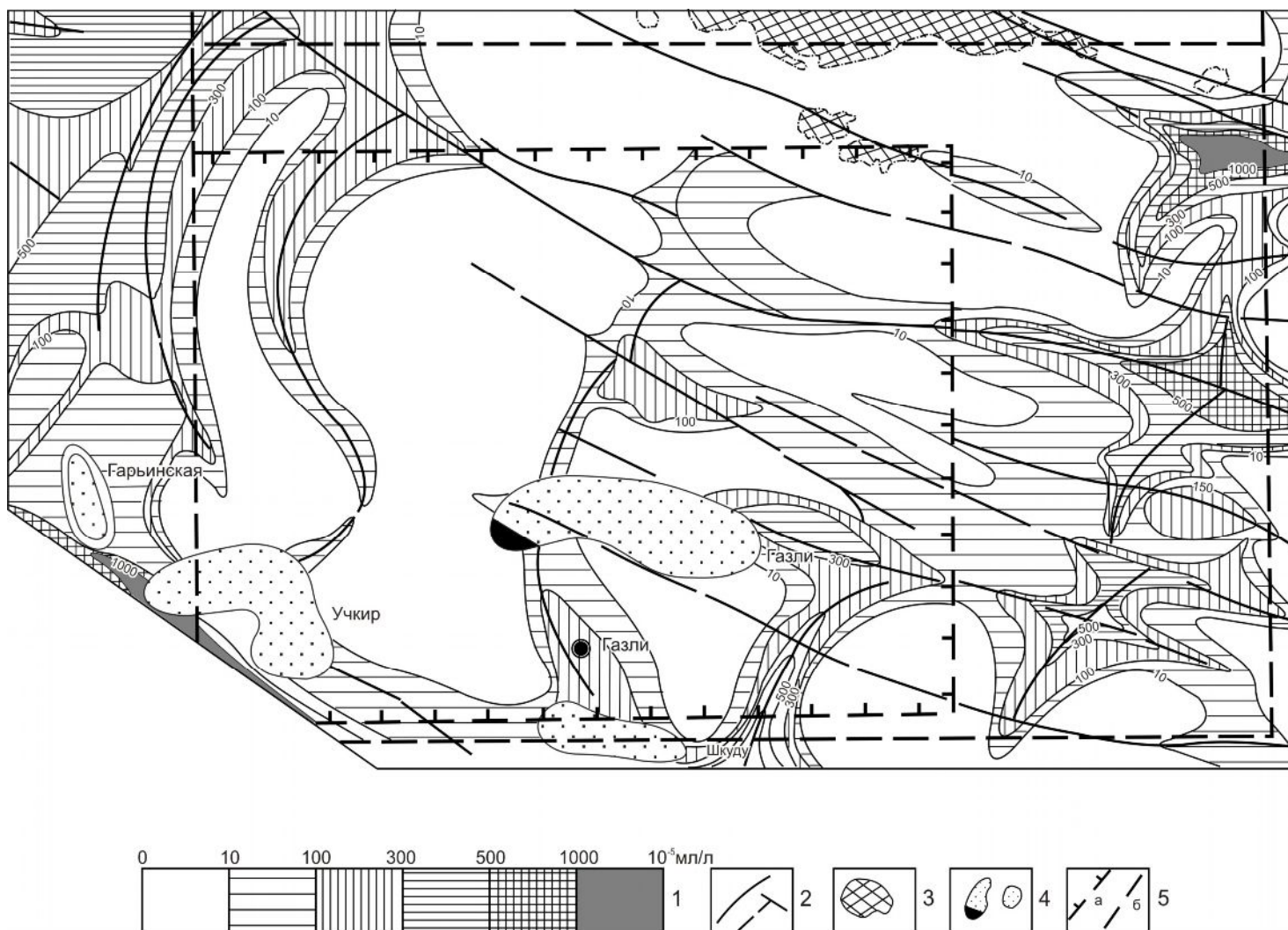
трассируются продолжение линиямента Таласо-Ферганского регионального сдвига земной коры, выраженное в самом интенсивном на площади проявления растворенного в воде гелия (более  $n10^{-2}$  мл/л) по серии параллельных разрывов Большого Каратаусского разлома, также северо-западного простирания.

- между линияментами глубинных разломов проявились флюиды-проводящие зоны ортогонального, северо-восточного простирания, пересекающие Центрально-Кызылкумский свод и Средне-Сырдарьинскую впадину. Локальные линейные ореолы с концентрацией  $(5-10) \times 10^{-4}$  мл/л, прерывисто (скорее всего, из-за недостатка данных - гидрогеологических скважин) выгнуты в северо-западном направлении и с более крутым изгибом сопрягаются с региональными зонами, отражая динамику разгрузки напряжений, источник которых обусловлен неотектоническими процессами горообразования в Южном Тянь-Шане.

В целом выявленная система гелий-проводящих зон отражает сеть разрывных структур, по которым наиболее благоприятны условия для субвертикального транзита флюидов в верхние части земной коры, в данном случае - в складчатый палеозойский фундамент, чехол платформенных отложений мезозойско-кайнозойского возраста и континентальные терригенные отложения рыхлого покрова неоген-четвертичного возраста. Предполагалось, что проявления водорода на урановых месторождениях обусловлены транзитом от известных в регионе месторождений углеводородов. Поэтому дальнейшие геохимические исследования были ориентированы на изучение поля водорода и на углеводородных месторождениях. Определение концентраций водорода в подземных водах было проведено на месторождении газа Газли, где до этого была составлена карта активизированных разрывных структур по полю гелия, растворённого в воде (рис. 1).

Стиль взаимоотношения разрывных структур иллюстрируемого фрагмента на месторождении по ореолам гелия отражает общий характер субгоризонтального деформирования земной коры и, видимо, динамику формирования разрывных структур повышенной флюидопроводимости в регионе.

На схеме поля гелия, уточненной атмогеохимическим методом, видно, что продуктивные залежи месторождения находятся в зоне пересечения флюиды-проводящих линейных северо-западных разломов с дугообразными структурами, последние к западу и востоку становятся площадными. Видимо, на этих участках дегазация легких газов более активна и проводимость глубинных коллекторов оптимизирована в связи с улучшением фильтрационных свойств.



**Рис. 1. Месторождение газа Газли. Ореолы гелия растворенного в подземных водах**

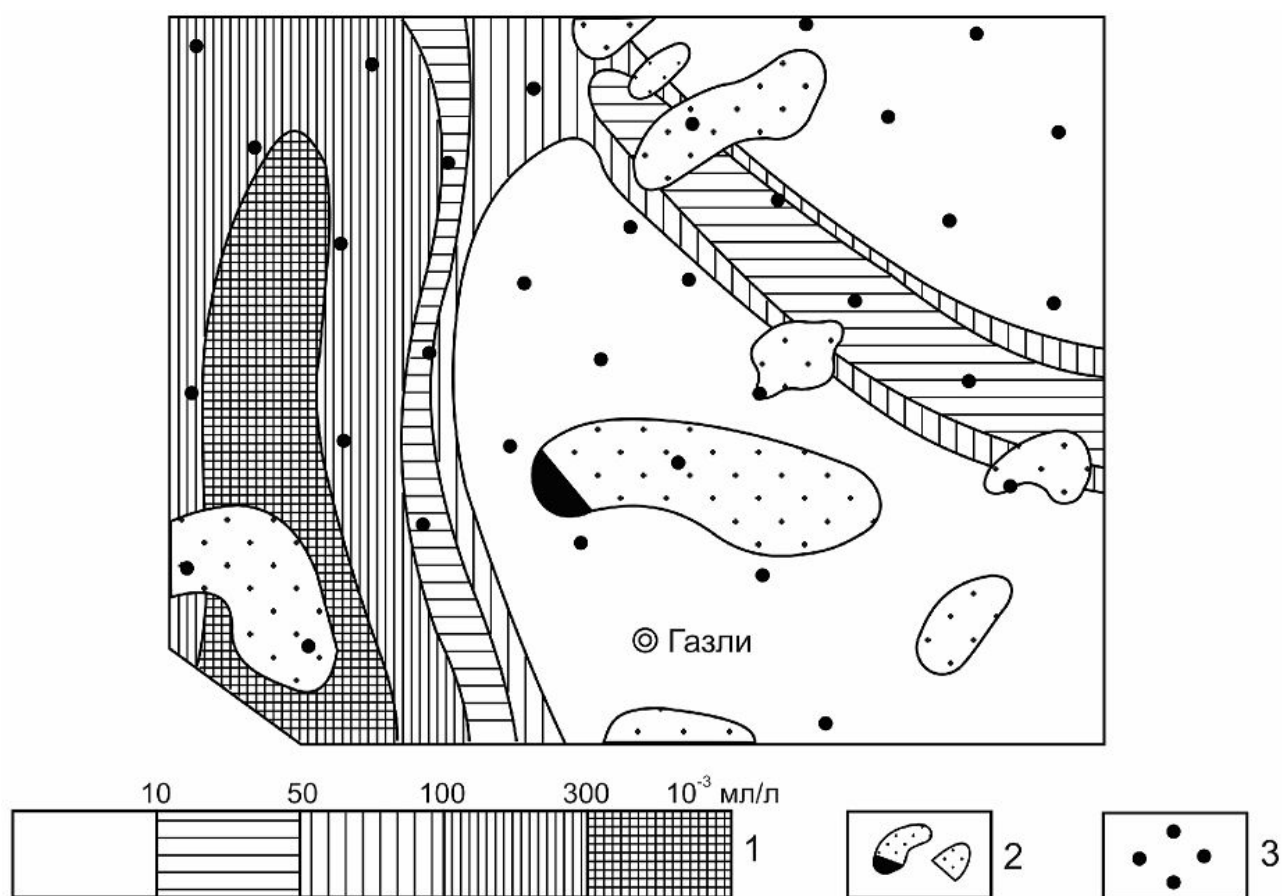
1 - поле концентраций гелия в  $10^5$  мл/л; 2 - зоны повышенной проводимости гелия – тектонически активизированные разломы в земной коре; 3 - выходы пород кристаллического фундамента на поверхность; 4 - залежи месторождений нефти и газа; 5 - границы водородной геохимической съемки: а - по подземным водам, б - по поверхности земли.

Поле концентраций водорода в подземных водах удалось оценить не на всей площади месторождения в связи с более редкой сетью опробованных гидрогеологических скважин (рис. 2). Однако установлено, что ореол повышенных концентраций водорода конформен ореолу поля гелия. На участках отсутствия аномалий гелия в подземных водах концентраций водорода также не установлено; аномалии гелия сопровождаются ростом концентраций водорода.

В западной части участка исследований площадной ореол повышенных концентраций водорода совпадает с обширной аномалией гелия. Повышенные концентрации водорода в подземных водах достигают более  $(10-300) \times 10^{-3}$  мл/л на нулевом фоне. В целом уровень величин концентраций аномальных ореолов водорода на два порядка выше, чем на аномалиях гелия. Отметим, что оба газа характеризуются низкой растворимостью в воде: для водорода (18,4 мл/л) и гелия (8,8 мл/л) - повышенной для водорода в 2.9 раза. Однако, высокий (~в 100 раз) уровень концентраций поля водорода на аномалиях этих газов в подземных водах не может быть связан с данным свойством. Объяснить избирательным накоплением водорода под гидравлическими экранами также невозможно, так как геологические условия и наливной способ отбора проб для обоих газов одинаковы. При этом диффузионная скорость миграции водорода существенно выше, чем у гелия и он быстрее должен дегазировать в атмосферу. Можно только предполагать, что большая разница в концентрациях газов обусловлена избытком водорода в его глубинном источнике, а следовательно, и в субвертикальном потоке дегазации (реальные концентрации в потоке водорода, скорее всего, сильно занижены из-за высоко скорости дегазации водорода и недостатков в методике наливного способа отбора водных проб с поверхности воды в скважине, использованного нами.) Спутниками эти самые легкие природные газы при различии источников генерации, видимо, стали на путях транзита по общим глубинным каналам фильтрации. Если для гелия источник образования известен – толща земной коры с рассеянными в ней радиоактивными элементами, то для водорода, в нашем случае, остаётся под вопросом.

Для проверки возможности картирования глубинного потока водорода на поверхности в процессе разработки методики водородной геохимической съёмки (Patent Pending), примерно через 15 лет после изучения растворенных в воде водорода и гелия, в районе месторождения Газли были проведены измерения водорода на поверхности. На площади установленного нами ранее аномального поля гелия и водорода по редкой сети профилей, практически на уровне раздела атмосфера-земля, были осуществлены определения водорода

(рис. 3). Следует отметить, что ресурсы месторождения к этому времени были практически исчерпаны, а большинство водопунктов (скважины, колодцы) на площади оказались недоступными для опробования.

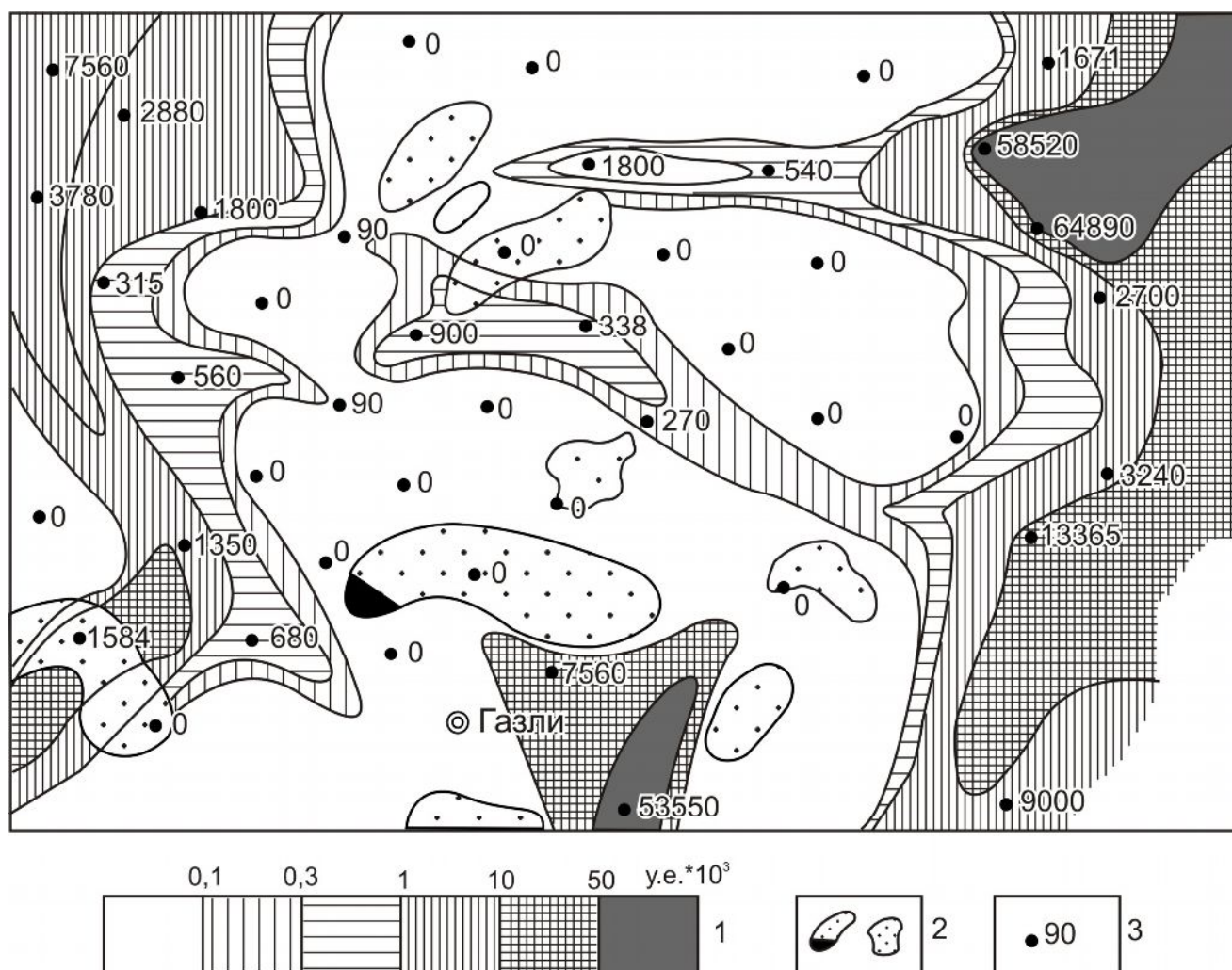


**Рис. 2. Фрагмент ореолов распределения водорода в подземных водах**

*1 - поле концентраций водорода в  $10^{-3}$  мл/л; 2 - залежи нефти и газа; 3 - точки водородной геохимической съемки по поверхности земли.*

От повторных геохимических исследований подземных вод по газам пришлось отказаться. В результате определений водорода на поверхности получена дифференцированная картина распределения его концентраций в зоне аэрации. На нулевом фоне, который, видимо, наблюдается над участками преимущественного распространения площадных ненарушенных гидравлических покрышек - флюидупоров в слоистой толще осадочных отложений, установлены концентрации водорода 90 – 64690 у.е. (условных единиц), величина концентрации в каждой точке на рисунке показана. Поток глубинного водорода по разрывным структурам оказался сквозным до поверхности. Контрастное изменение поля концентраций водорода по поверхности позволяет использованным способом уверенно фиксировать зоны максимальной флюидопроводимости.





**Рис. 3. Фрагмент площадной водородной съемки на поверхности земли**

**в районе месторождения Газли. Ореолы водорода на границе раздела земля – воздух**

*1 - поле концентраций водорода в  $10^3$  у.е.; 2 - залежи нефти и газа; 3 - точки наблюдений и величина концентрации водорода в у.е. (условная единица).*

Отметим, что промышленная газоносность месторождения связана с терригенными коллекторами верхнего и нижнего мела, всего на месторождении наблюдается шесть продуктивных горизонтов. Глинистость отложений чехла в разрезе увеличивается к кристаллическому фундаменту, который подстилает отложения на глубине 680-1180 м. Отметим, что мощность чехла осадочных отложений уменьшается к северу, где на рис. 1 показаны выходы пород кристаллического фундамента на поверхность. В основании осадочного чехла на изверженных и метаморфических породах с несогласием залегают юрские, слабопроницаемые терригенные отложения (50-110 м). Они перекрыты хемогенными, непроницаемыми известняками, доломитами, гипсам и ангидритами общей мощностью 150 м. Таким образом, продуктивные коллектора в породах мелового возраста гидравлически защищены от складчатого основания и исключают прямую субвертикальную

фильтрацию углеводородов в вышележащие продуктивные коллектора. Терригенные отложения юрского возраста, залегающие на фундаменте, оказались непродуктивными на углеводороды. Основная продуктивная структура месторождения и сопутствующие ей залежи оказались за пределами фиксируемых ореолов водорода на поверхности, что закономерно обусловлено наличием непроницаемых покрышек в верхней части разреза, флюидоупорности которых собственно и обязано накопление и сохранность залежей газообразных и жидких углеводородов в положительных пликтивных структурах месторождения (см. рис. 3). Локальные аномалии водорода на поверхности имеют линейный характер, при этом по конфигурации практически конформны ранее установленным ореолам гелия и водорода в подземных водах (см. рис. 1, 2). Некоторые отличия в форме ореолов относятся к неизбежным ошибкам при глазомерной привязке точек наблюдения, а также связаны с различием масштабности двух видов исследований. Сеть наблюдений по воде диктовалась бессистемным распределением имеющихся на площади очень редких колодцев и скважин; измерения на поверхности проведены по линейным маршрутам, проложенным при автомобильном передвижении на местности по сети, примерно 10x15 км. Схема выявленных зон разломов с повышенной проводимостью водорода через горизонты подземных вод до поверхности земли отражает сквозной характер потока водорода из фундамента по разрывным структурам. Попутно показана возможность измерения его концентраций вполне доступными средствами без дорогостоящих буровых и горнопроходческих работ.

Механизм образования углеводородных залежей в данном регионе связан с тектоническими субгоризонтальными движениями в земной коре, которые происходят вдоль глубинных разломов северо-западного простирания и, между которыми в земной коре формируются пологие структуры надвигового типа с повышенной фильтрационной способностью. Эти проницаемые зоны, видимо, играли роль распределителя флюидов по продуктивным пластам осадочных отложений, и в настоящее время остаются проницаемыми для таких легких газов, как водород и гелий, тем более, что они испытывают постоянную сейсмотектоническую активизацию, характерную для Туранской плиты в неоген-четвертичное время. Свидетельством тому Ташкентское (1966 г.) и совсем недавние Газлийские землетрясения (1976, 1984 гг.) с интенсивностью 7-7,5 баллов по шкале Рихтера, эпицентр которых совпал с гелиевой аномалией ( $>1000 \times 10^{-5}$  мл/л), которая обусловлена узлом сопряжения глубинного разлома с дугообразной ортогональной зоной, проходящей через поселок Газли (разрушен землетрясением) и одноименную продуктивную структуру

(см. рис. 1). Гипоцентр землетрясения находится в земной коре на глубине 20-25 км. Следует отметить, что вблизи этого сейсмогенного тектонического узла в двух случайных точках на поверхности установлено аномальное проявление водорода с концентрацией 7560-53550 у.е., т.е. гипоцентр землетрясения связан с проводящим водород тектоническим коллектором (см. рис. 3). Наличие обнаруженного нами эндогенного потока водорода из земной коры по глубинным разломам может представлять интерес для объяснения генезиса углеводородных месторождений в регионе. В специальной международной литературе идет оживленная дискуссия со времен Д.И. Менделеева и В.И. Вернадского по биогенной и минеральной теории происхождения углеводородных месторождений. И обе эти концепции сближает признание большой роли воздействия глубинного водорода на гидрирование углеводородов и органического вещества в недрах, а также проблема источника водорода [Дегазация Земли..., 2010]. Для сейсмоактивного региона Туранской плиты многими геофизиками и геологами [Уломов, 2004] придается большое значение горизонтальных геодинамических напряжений, которые обусловлены давлением Индостанской плиты с юга и передаются вдоль Южно-Тяньшаньской сейсмоактивной зоны вертикальным и субгоризонтальным перемещениям масс, в среднюю часть Турана. В результате неоген – четвертичной тектонической активизации в пределах Туранской плиты, за сравнительно короткий промежуток времени, с юга происходит нарастание мощности земной коры от 35-45 км до 50-70 км за счет надвигания верхних слоев толщи на нижние горизонты. В результате происходит орогенная территория и горообразование, а в недрах - усиливающиеся геостатическое давление и субгоризонтальное напряжение обеспечивают метаморфизм пород, глубокое термодинамическое преобразование вещества с синтезом углеводородов, выделением различных газов, в том числе водорода.

В результате выполненных исследований установлено, что месторождение газа и нефти Газли сформировалось в зоне стационарного субвертикального потока глубинного водорода, который, вероятно, является следствием процессов, приводящих к образованию жидких и газообразных углеводородов в недрах. По крайней мере, водородными ореолами фиксируются пути транзита полезных компонентов по глубинным разломам в структурные ловушки, расположенные в пластах с благоприятными емкостно-фильтрационными свойствами в отложениях мелового и юрского возраста. Глубинные разломы, закладываются на глубинах - не выше зоны активных сеймотектонических событий и от источников генерации нефти и углеводородного газа под воздействием эндогенных процессов в толще земной коры. Если теория образования углеводородов в процессе гидратации при участии

эндогенного потока водорода правомерна, то на месторождении Газли, при сохранности герметичности структуры, может наблюдаться рост неучтенных запасов. Другим следствием результатов исследования поля водорода является возможность использования апробированного нами, оригинального и доступного способа водородной структурно-геохимической съемки на поверхности земли при прогнозировании и поисках месторождений углеводородов, а также для решения некоторых проблем геологии, металлогении, геоэкологии, которые соприкасаются с участием глубинного водорода.

### Литература

Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь. - Материалы конференции. – М.: ГЕОС, 2010.

*Ларин В.Н.* Водородная энергетика: пора бурить скважины // Химия и жизнь, 2000. - №10. – С. 46-51.

*Ларин В.Н.* Гипотеза изначально гидридной земли. – М.: Недра, 1980. - 216 с.

*Перевозчиков Г.В.* Авторские свидетельства №146876,1978. №120568, ВНИИПИ ГК СССР, 1984.

Природные газы осадочной толщи. / Под редакцией В.П. Якуцени. – Л.: Недра, 1976. – 344 с.

*Сывороткин В.Л.* Экологические аспекты дегазации Земли. – М.: МГУ, 2002.

*Уломов В.И.* О роли горизонтальных тектонических движений в сейсмодинамике и прогнозе сейсмической опасности. - ИФЗ РАН, 2004.

*Якуцени В.П.* Геология гелия. - Л.: Недра, 1968. - 232 с.

**Perevozchikov G.V.**

Newtown, USA, geraldperev@gmail.com

## **GEOCHEMICAL RESEARCH ON HYDROGEN ACCUMULATION IN THE GAZLI GAS FIELD**

*Surface determination of hydrogen concentrations in groundwater and on the surface of Gazli gas field has shown that this field is situated in the area of deep degassing of hydrogen, which is transferred to the surface through several deep faults. A joint transit of hydrogen and helium through these structures has been established along with the absence of the mantle characteristic - light isotope of helium-3 in the flow of light deep gases. Simultaneously original method of mapping the deep areas of hydrogen relived on the surface has been tested. Consequence of the hydrogen displacing in the covering sediments was the formation of contrasting reducing geochemical barriers permitting infiltration oxygen groundwater with dissolved polyvalent elements. As a result industrial uranium deposits and associated elements were formed in the conditions of absence of mineral reductive agents in some uranium hydrogenic deposits in Central Asia.*

*Key words: helium, hydrogen, uranium, deep faults, hydrocarbon generation, underground water, gas field Gazli.*

### **References**

*Degazatsiya Zemli: geotektonika, geodinamika, geoflyuidy, neft' i gaz, uglevodorody i zhizn'* [Degassing of the Earth: geotectonics, geodynamics, geo-fluids, oil and gas, hydrocarbons and life]. Conference proceedings. Moscow: GEOS, 2010.

Larin V.N. *Vodorodnaya energetika: pora burit' skvazhiny* [Hydrogen energy: it is time to drill wells]. *Khimiya i zhizn'*, 2000, no. 10, pp. 46-51.

Larin V.N. *Gipoteza iznachal'no gidridnoy zemli* [The hypothesis of initially hydride earth]. Moscow: Nedra, 1980, 216 p.

*Prirodnye gazy osadochnoy tolshchi* [Natural gases of sedimentary strata]. Editor V.P. Yakutseni. Leningrad: Nedra, 1976, 344 p.

Syvorotkin V.L. *Ekologicheskie aspekty degazatsii Zemli* [Environmental aspects of Earth degassing]. Moscow: MGU, 2002.

Ulomov V.I. *O roli gorizontal'nykh tektonicheskikh dvizheniy v seysmodinamike i prognoze seysmicheskoy opasnosti* [On the role of horizontal tectonical movements in seismodynamics and forecast of seismic hazard]. Institute of Earth Physics of the Russian Academy of Sciences, 2004.

Yakutseni V.P. *Geologiya geliya* [Geology of the helium]. Leningrad: Nedra, 1968, 232 p.