

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2025.4.83-100>

EDN IETCKE

УДК 550.84(575.1)

Обоснование поиска залежей природного водорода в пределах Узбекистана

¹Шоймуротов Т.Х., ¹Каршиев О.А., ²Ханнанов М.Т., ¹Юсупходжаев С.С.

¹ГУ «Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений»

Министерства горнодобывающей промышленности и геологии Республики

Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

²ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, Альметьевск, Россия

Rationale for searching for natural hydrogen deposits within Uzbekistan

¹T.Kh. Shoimurotov, ¹O.A. Karshiev, ²M.T. Khannanov, ¹S.S. Yusupkhodjaev

¹State Institution «Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields» of the Ministry
of Mining and Geology Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

²TatNIPIneft Institute – PJSC Tatneft, Almetevsk, Russia

E - mail: igirnigm@ing.uz

Аннотация. Смена и развитие технологий в промышленности обычно зависят от широкой структурной устойчивости сырьевой базы, что ярко проявляется в потреблении первичных источников энергии. Энергетическая отрасль является наиболее капиталоемкой отраслью промышленности и определяет динамику изменений в технологической структуре экономики. Дальнейшее ускоренное развитие современной энергетики и транспорта на основе углеводородного сырья приводит человечество к крупномасштабному экологическому и энергетическому кризису. Развитые страны принимают усилия по поиску альтернативных, возобновляемых, экологически чистых источников энергии. В настоящее время проводятся значительные научные и научно-практические работы по переводу мировой энергетики, и, следовательно, экономики, на новый источник энергии, то есть экологически безопасную и возобновляемую солнечную и ветровую энергию. При этом достигнуты определенные положительные результаты. Кроме того, возникла проблема перевода на необычный и безопасный новый источник энергии «зеленую энергетику» – водород. В связи с этим в ведущих научных центрах мира проводятся фундаментальные научные исследования и достигаются определенные

эффективные результаты. Использование водорода в качестве основного источника энергии приводит к созданию принципиально новой водородной экономики. Это, в свою очередь, станет научно-техническим достижением, сравнимым по социально-экономическим последствиям с положительным влиянием на развитие энергетической отрасли.

Впервые в практике ГУ «Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений» рассмотрены перспективные геологические обстановки в пределах Узбекистана, где наиболее вероятно нахождение месторождений природного водорода.

Ключевые слова: водород, энергетика, аномалия, газ, флюид, углерод, углеводород, отложения, зона, месторождения

Для цитирования: Шоймуротов Т.Х., Каршиев О.А., Ханнанов М.Т., Юсупходжаев С.С. Обоснование поиска залежей природного водорода в пределах Узбекистана // Нефтяная провинция.-2025.-№4(44).-С. 83-100. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2025.4.83-100>. - EDN IETCKE

Abstract. The change and development of technologies in industry usually depend on the broad structural stability of the raw material base, which is clearly manifested in the consumption of primary energy sources. The energy sector is the most capital-intensive industry and determines the dynamics of changes in the technological structure of the economy. Further accelerated development of modern energy and transport based on hydrocarbon raw materials leads humanity to a large- scale ecological and energy crisis. Developed countries are making efforts to find alternative, renewable, environmentally friendly energy sources. At present , significant scientific and scientific-practical work is being carried out to transfer the world energy, and, consequently, the economy, to a new energy source, that is, environmentally friendly and renewable solar and wind energy. At the same time, certain positive results have been achieved. In addition, the problem of transferring to an unusual and safe new energy source, «green energy» - hydrogen, has arisen. In this regard, fundamental scientific research is being carried out in the leading scientific centers of the world and certain effective results are being achieved. The use of hydrogen as a primary energy source leads to the creation of a fundamentally new hydrogen economy. This, in turn, will become a scientific and technical achievement comparable in socio-economic consequences with a positive impact on the development of the energy industry.

For the first time in the practice of the State Institution «Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields», promising geological conditions within Uzbekistan, where natural hydrogen deposits are most likely to be found, have been examined.

Key words: hydrogen, energy, anomaly, gas, fluid, carbon, hydrocarbon, deposits, zone, deposits

For citation: T.Kh. Shojimurotov, O.A. Karshiev, M.T. Khannanov, S.S. Yusupkhodjaev Obosnovaniye poiska zalezhey prirodnogo vodoroda v predelakh Uzbekistana [Rationale for searching for natural hydrogen deposits within Uzbekistan]. Neftyanaya Provintsiya, No. 4(44), 2025. pp. 83-100. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2025.4.83-100>. EDN IETCKE (in Russian)

Введение. Энергетическая отрасль является наиболее капиталоемкой отраслью промышленности и определяет динамику изменений в технологической структуре экономики. Дальнейшее ускоренное развитие современной энергетики и транспорта на основе углеводородного (УВ) сырья приводит человечество к крупномасштабному экологическому и энергетическому кризису. Надежда на «мирный атом» пока не оправдывается, перспектива овладения термоядерной энергетикой и её использования в ближайшем будущем весьма призрачна. Тем более в связи с истощением активно разрабатываемых в настоящее время месторождений горючих полезных ископаемых, ведущие научные компании мира уделяют всё большее внимание разработке альтернативных, возобновляемых, экологически чистых источников энергии: солнечной, ветровой и водородной. При этом по использованию солнечного тепла и ветра в качестве производства электроэнергии уже достигнуты определенные эффективные результаты. А по природному водороду только начинаются первые шаги их целевых поисков, поскольку он до недавнего времени был неотслеживаемым.

В настоящее время проводятся значительные научные и научно-практические работы по переводу мировой энергетики, и, следовательно, экономики, на новый источник энергии «зеленую энергетику» – водород. Использование водорода в качестве основного источника энергии приводит к созданию принципиально новой водородной экономики. Это, в свою очередь, станет научно-техническим достижением, сравнимым по социально-экономическим последствиям с положительным влиянием на развитие энергетической отрасли.

Изученность проблемы и обсуждения. Водород является чистой энергией, потому что при сгорании выделяется только водяной пар. Бесцветный, без вкуса, без запаха, невидимый. Его, вероятно, можно найти в больших количествах в недрах Земли. Первая в мире добыча природного

водорода, как полезного ископаемого из недр Земли в Республики Мали Западная Африка.

История малийской находки звучит почти как городская легенда. В 1987 году бурение скважин на воду было произведено недалеко от деревни Буракебугу. Ветер поднимался из отверстия, созданного бурением. Никто не понимал, что это такое и откуда взялось появление ветра от устья скважины. Когда один буровик, закурил сигарету в отверстии, она взорвалась ему в лицо. Он получил ожоги. Над дырой в земле начался пожар, который не прекращался. На тушение пожара ушли недели. Когда им, наконец, это удалось, испуганные жители деревни закрыли дыру.

Потребовалось 25 лет, чтобы вспомнить замечательное событие в Буракебугу. В 2012 году канадская компания Chapman Petroleum исследовала деревню. В мобильной лаборатории в знойной пустыне исследователи обнаружили, что то, что вышло из отверстия, было на 98 % чистым водородом. Дыра в земле уже более десяти лет снабжает жителей села электричеством. Источник водорода в Буракебугу кажется неисчерпаемым. И в этом есть смысл, говорят специалисты, которые его изучали. «Водород непрерывно производится на нашей земле. В этом смысле его нельзя сравнивать с нефтью или газом, которые возникают только после миллионов лет благоприятных условий и заканчиваются при его добыче» [12].

В настоящее время в Мали этот газ успешно эксплуатируется компанией Hydroma, где на добываемом природном водороде автономно вырабатывается электроэнергия для близлежащих населённых пунктов. Благодаря пилотной установке Hydroma с 2012 года преобразует природный водород в чистую электроэнергию. Компания даже недавно объявила о промышленном производстве для снабжения всего Мали и Западной Африки.

В последние годы геологи развили это учение и на сегодняшний день выявили ряд закономерностей в литогенезе Республики Мали и других ре-

гионах мира, позволяющих предполагать присутствие геологического водорода в более чем в 30 странах мира, среди которых фигурируют орогенные зоны Узбекистана и Казахстана. Буквально в прошлом году французские учёные из Университета Эйфеля увязали этот высокий процент водорода с определёнными тектоническими процессами, литологическими особенностями и геолого-климатическими характеристиками схожими с Республикой Мали, где проявления водорода тоже обнаружены неподалёку от золотоносных территорий именно орогенного происхождения [6].

Перед человечеством встала проблема перевода мировой энергетики и, следовательно, экономики на новый источник энергии. Такая энергия есть – водород. Водород обладает наибольшей энергией на единицу веса из всех топлив и может производиться из местного сырья практически повсеместно. В пересчете на единицу массы генерация энергии из водорода в 3 - 4 раза выгоднее по сравнению с ее генерацией из природного газа, нефти и каменного угля [7].

Использование водорода в качестве основного энергоносителя приведет и уже приводит к созданию принципиально новой водородной экономики, становится научно-техническим прорывом, сравнимым по своим социально-экономическим последствиям с тем революционным воздействием на развитие цивилизации, которое в свое время оказали нефть и газ, электричество, двигатель внутреннего сгорания, химия и нефтехимия, информатика и связь.

Следует отметить, что открытие в XXI веке этого водородного месторождения подтвердило теорию геологов В.Н. Ларина и В.Л. Сывороткина (Россия) о дегазации водорода из недр. В последние годы в научных геологических кругах существенный отклик нашла гипотеза изначально гидридного строения Земли [4]. 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 теории Русской платформы, на которой размещаются центральные области России. На равнинных просторах многих районов отмечено образование округлых провалов грунтов, обусловленных глубинными флюидами водорода, зафиксировано высокое содержание H_2 в почвенном воздухе (до 1-1,6 %) и даже предлагается провести разведочные работы на водород как экологически безопасный высококалорийный источник энергии [3].

Проблемы глобального изменения климата Земли под воздействием эндогенного потока водорода в атмосферу рассматриваются в работах В.Л. Сывороткина [8]. Большое значение глубинного водорода в генезисе источников УВ месторождений привлекается сторонниками как биогенной, так и минеральной теории образования нефти, и в этом наблюдается сближение двух точек зрения на образование нефти и газа [2].

В настоящее время геологами мира накоплен значительный материал по геологии месторождений природного водорода. По числу атомов водород является основным компонентом нефти и природного газа. Поэтому проблема происхождения УВ сводится к проблеме источника водорода. Углерода в земной коре более чем достаточно. Когда через неё идут потоки водорода, непременно должны генерироваться УВ-ные соединения. При этом струи водорода по пути своего следования образуют обширную систему пор и каверн не только по известнякам и доломитам, но также и по силикатным породам – гранитам и гранито-гнейсам. Эти поры и каверны могут заполняться новообразованной нефтью и, таким образом, могут формироваться богатейшие месторождения. Не исключено также, что в верхних зонах наиболее зрелых водородопроводов могут находиться месторождения нефти [6].

Достоверно установленные и измеренные (водородометрия) выходы газообразного водорода практически на всех континентах в комбинации с микросейсмическим зондированием позволяют выявлять скрытые на глубине зоны, из которых можно будет добывать водород буровыми скважинами. При этом глубина бурения в некоторых местах будет порядка 1000 – 1500 м. Таким образом, можно будет получать водород – уникальный по своим характеристикам энергоноситель, что открывает реальные перспективы для развития водородной энергетики.

С учётом всестороннего обзора всех накопленных в мире данных можно наметить наиболее перспективные геологические обстановки, где наиболее вероятно нахождение месторождений природного водорода. Эти области включают [7]:

1. Магматические породы создают широкий спектр сред с газом, богатым водородом, в виде свободного газа, растворенного газа и захваченного флюидными включениями в офиолитах, рифтовых зонах, разломах и атмосферной дегазации в вулканических газах, гейзерах, горячих источниках и поверхностных газовых выходах.
2. Рудные тела часто являются местом скопления, как в изверженных, так и в осадочных породах.
3. Глубинные разломы фундамента, которые могут обеспечить миграцию и в благоприятных местах концентрацию диффузных источников водорода (H_2).
4. Угольные пласты имеют высокий потенциал для накопления водорода.
5. Внутри газоводонасыщенных флюидных, причём чем старше вмещающая порода, тем выше содержание H_2 , потому что время является основным фактором контроля над степенью радиолиза воды с участием радиоактивного распада ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th и ^{40}K .

6. Эвапоритовые сульфаты могут хранить большое количество H_2 (до 20-30 % по объему), а соли с высоким содержанием калия (например, калийные месторождения) также обеспечивают радиогенно-гидролитический источник H_2 через промежуточное соединение металла кальция (Ca), что вместе с солью является хорошим экраном для скопления водорода.

7. Нефтяные и газовые месторождения обычно не содержат большого количества H_2 , тем не менее, для месторождений с повышенным содержанием водорода и производство H_2 может быть рентабельным, особенно при получении сжиженного газа.

Геологические организации и научно-исследовательские учреждения Узбекистана тоже занимаются вопросами водорода, гелия и других ювелирных газов, связанных с глубинной гидротермой. В частности, Институт сейсмологии АН РУз с давних времен изучает подвижные глубинные газы как гелий, аргон, радон, водород и другие микроэлементы в качестве предвестников землетрясения, особенно молекулярный водород, связанный с сейсмической активностью [10].

В рамках фундаментальных научно-исследовательских работ ГУ «ИГИРНИГМ» (2006-2008) занимался картированием геотермических и газохимических аномалий с целью выделения аномальных термобарогеохимических зон в пределах площади Бештепа-Чукуркуль Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона (БХНГР) [1].

В 2011-2014 гг. специалистами Кызылтепагеология во главе с Г.В. Перевозчиковым была проведена газовая геохимическая съемка по водороду. Они занимались вопросами поля водорода на месторождении Газли по данным геохимических исследований, а также обратили внимание на повышенную концентрацию природного водорода в пустыне Центрального Кызылкума. Следовательно, привлечение водорода в геохимических исследова-

ниях ими 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 [5].

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

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 – флюидоупоров в слоистой толще осадочных отложений, установлены концентрации водорода 90 – 64690 у.е. (условных единиц). 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 [5].

Полевая термобарогеохимическая съемка в пределах площади Бештепа-Чукуркуль БХНГР, проведенная ГУ «ИГИРНИГМ» с помощью сотрудников Бухарской геофизической экспедиции, осуществлялась методом маршрутов. Измерения температуры и отбор газовых проб были выполнены

в 54 пунктах с контролем в 10 пунктах. При этом плотность пунктов наблюдений составила 1 пункт на 4 км², что соответствует плотности сети наблюдений масштаба 1:50000 (Рис. 1).

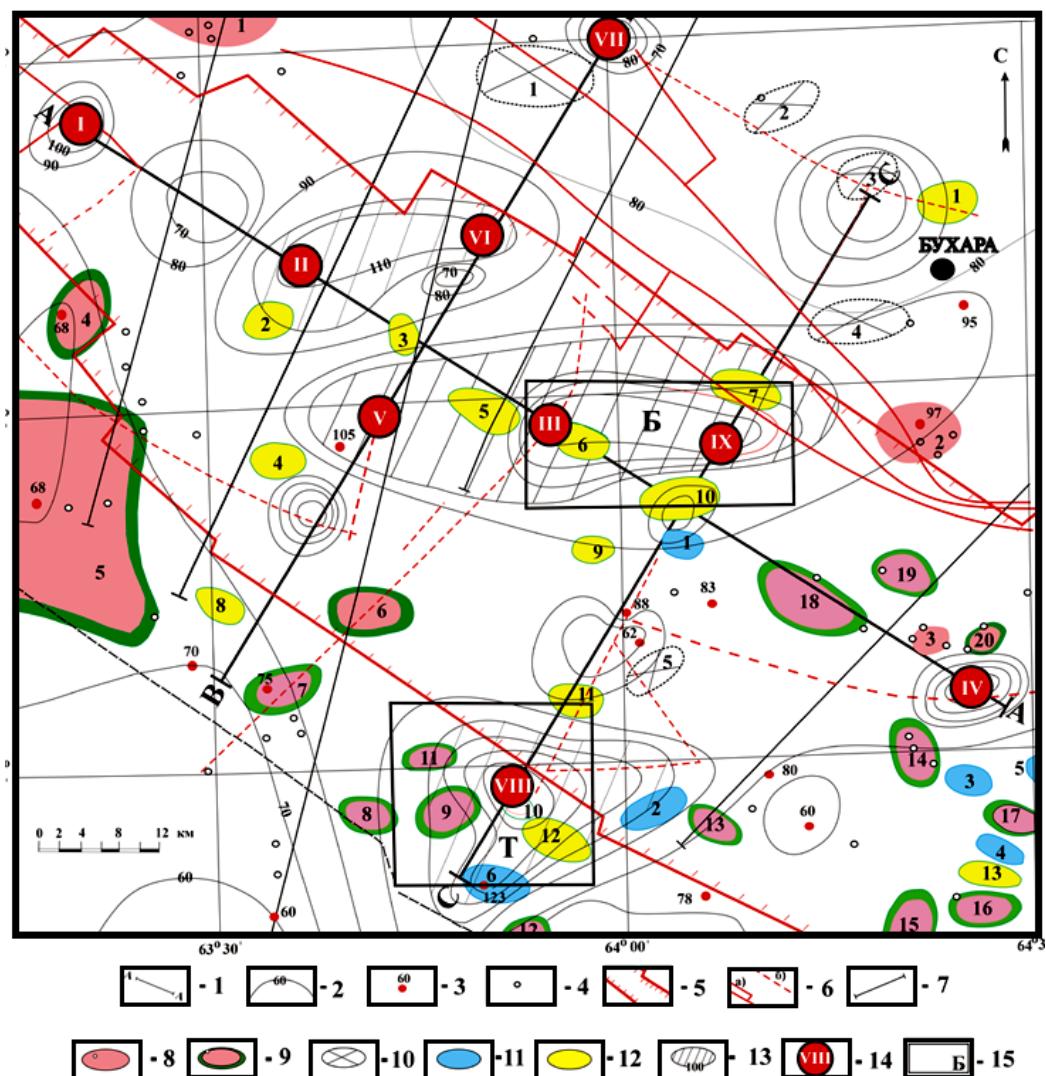


Рис. 1. Площадь района работ полевой термобарогеохимической съемки

(По данным А.А.Абидова, Ф.Г.Долгополова, У.А. Камалходжаева, 2007 г.).

Условные обозначения: 1 - профили региональной геотермической съемки, 2 - изолинии плотности теплового потока в мВт/м², 3 - пункты определения плотности теплового потока, 4 - параметрические скважины; 5 - границы Бухаро-Хивинского палеорифта; 6 - разломы в палеозойском комплексе, 7 - сейсмические профили, 8 - месторождения газа, 9 - газонефтяные месторождения, 10 - структуры с отрицательными результатами бурения, 11 - структуры выделенные по геофизическим данным, 12 - структуры, подготовленные к бурению, 13 - области с аномально высокими (более 100 мВт/м²) значениями ПТП, 14 - каналы глубинного тепломассопереноса: I - Ташкудукский, II - Гужайлийский, III - Зап. Бештепинский, IV - Зап. Кокчинский, V - Южн.Гужайлийский, VI - Мурадкудукский, VII - Атбакарский, VIII - Тегерменский, IX - Бештепинский; 15 - участки работ методом полевой термобарогеохимической съемки: Т - Тегерменский, Б - Бештепе-Чукуркульский.

При отборе проб свободного и адсорбированного газа из подпочвенных отложений ручным буром проходились шпуры глубиной 2 м. После окончания бурения отбирались пробы подпочвы и производились каптаж и герметизация шпура.

Отбор пробы из забоя шпура производился сразу же после окончания бурения пробоотборником, имеющимся на ручном буре. Проба помещалась в двойной целлофановый пакет, предварительно проверенный на герметичность. Обжимом из пакета удалялся атмосферный воздух. Затем целлофановый пакет с пробой герметизировался. В таком виде пробы транспортировалась в лабораторию. Откачка газа из скважины проводилась с помощью водяного насоса, изготовленного в ГУ «ИГИРНИГМ».

После того как емкость заполнялась газом, ее под водой закрывали резиновой пробкой. Емкость с пробой свободного газа транспортировалась в перевернутом виде так, чтобы между газом и пробкой всегда был водяной запор. Газохроматографический анализ газовых проб был выполнен в лаборатории института. Углеводородная часть газов, содержащаяся в подпочвенном воздухе, проанализирована на хроматографе марки «Кристалл-2000М» (Россия), не углеводородная – на хроматографе Хром-5 (Чехия). Количественный расчет углеводородных компонентов произведен по калибраторной смеси, изготовленной в Германии, неуглеводородных – по атмосферному воздуху. В результате было получено 472 определения концентраций метана, этана, пропана, изобутана, нормального бутана, водорода, гелия, кислорода, азота и углекислого газа. Полученные при этом значения были использованы при построении соответствующих карт аномальных концентраций.

В рамках данной тематики на территории Бештепа-Чукуркульской площади по сумме признаков были выделены две аномальные термобаро-геохимические зоны (Западно-Бештепинская и Бештепинская), связанные с

каналами глубинного тепломассопереноса (ГТМП). При этом в пределах Западно-Бештепинской аномальной термобарогеохимической зоны были закартированы Северо-Западная, Базарбайская и Западно-Бештепинская перспективные участки.

Северо-Западная перспективная площадь расположена в северо-западной части Западно-Бештепинской аномальной термобарогеохимической зоны. В ее пределах зафиксированы шесть локальных аномалий, включая приповерхностную температуру, гелий, метан, пентан, гексан и азот. При этом четыре локальные аномалии, включая гелий, метан, пентан и гексан сосредоточены в одном месте в непосредственной близости от устья канала ГТМП и локальной температурной аномалии.

Базарбайская перспективная площадь расположена в юго-западной части Западно-Бештепинской аномальной термобарогеохимической зоны. В ее пределах зафиксированы всего три локальные аномалии, включая водород, кислород и углекислый газ. Однако имеющаяся здесь единственная аномалия водорода свидетельствует о наиболее глубинном характере поднимающихся флюидов.

В подобной ситуации актуальной задачей является научно обоснованное размещение объемов поисковых геофизических работ с учетом современных достижений нефтегазогеологической науки в плане микстгенетического синтеза УВ. Ключевыми объектами такого синтеза выступают каналы ГТМП, по которым из верхней мантии поднимаются глубинные ювелирные флюиды, содержащие водород, метан, окись углерода, азот, аргон и другие соединения. Эти флюиды поднимаются к земной поверхности, взаимодействуя на своем пути с рассеянным органическим веществом (РОВ) осадочных толщ. Подобные области повышенной генерации УВ сосредоточены в объеме аномальных термобарогеохимических зон, которые находят свое отражение в аномальных геотермических и геохимических полях [1].

Для подтверждения связи водорода с УВ-залежами выборочно было изучено содержание водорода в разрезах нефтегазовых месторождений БХНГР. Следует отметить, что по существующим требованиям испытания поисково-разведочных скважин на нефть и газ специальные исследования на изучение содержания водорода не предусмотрены. Тем не менее, при испытании скважин, изучая спектр гомологов природного газа, иногда был зафиксирован свободный водородный газ (Табл. 1).

Таблица 1

*Содержание водорода в разрезах нефтегазовых месторождений
Бухаро-Хивинского региона*

Месторождения и структуры	Номера скважин	Продуктивные горизонты	Интервал перфорации, м	H ₂ , %
Учкир	5	XIV-1 (K ₁)	1654-1658	0,036
Кульбешкак	11	XV-2 (J ₃)	1870-1894	0,066
Атамурод Фарбий Ходжи	1	Терриген юра (J ₁₊₂)	2737-2750	0,78
	6	XV-1 (J ₃)	2170-2184	1,34
	7	XV-1 (J ₃)	2179-2191	1,09
	12	XV-1 (J ₃)	2121-2132	1,2
Чегараракум	3	XV-HP (J ₃)	2180-2176	0,1
Тайлак	1	XV (J ₃)	2185-2177	0,14
Сурхи	1	XV-HP (J ₃)	2425-2419	2,55
			2446-2444	0,10
Кокдумалак	2	XV (J ₃)	2906-2899	0,15
Денгизкуль	22	XV-HP (J ₃)	2498-2490	0,12
Хаузак	1	XV-HP (J ₃)	2383-2365	0,5
			2571-2583	0,12
			2687-2668	0,12
Памук	8	XV-ПР (J ₃)	3014-3004	0,46
		XV-ПР (J ₃)	3027-3036	0,154
Шуртан	1	XVa (J ₃)	2926-2916	0,64
Илим	7	XVa-1 (J ₃)	3116-3111	2,7
	7	XVa-1 (J ₃)	3121-3118	2,6
	7	XVa-1 (J ₃)	3139-3137	8,9
	7	XVa-1 (J ₃)	3142-3140	7,8
	7	XVa-1 (J ₃)	3165-3158	2,0
	7	XVa-1 (J ₃)	3174-3169	2,0
Янги Каратепа	9	XV ГАП* (J ₃)	3560-3545	10,0
		XV ГАП	3583-3577	14,7
Чунагар	9	XV (J ₃) (J ₃)	3533-3529	0,3
Ханобад	2	XV-HP (J ₃)	3194-3182	0,23
Шакарбулак	4	XV-П (J ₃)	3780-3770	0,01
Мирмирон	2	XV-П (J ₃)	2986-2982	0,4

* Гамма активная пачка

Из таблицы видно, что некоторые нефтегазонасыщенные горизонты мезозойских отложений имеют связь с водородом умеренного, среднего и повышенного содержания водорода.

Принимая во внимание, что осуществляемая в Республике Узбекистан модернизация промышленности открывает новые возможности, располагающими современными технологиями в области безуглеродной энергетики, необходимо провести научные исследования и геологоразведочные работы на предмет поиска природного водорода на территории республики. В свете последнего, в настоящее время в ГУ «ИГИРНИГМ» начаты научно-исследовательские работы, касательно вопроса «зеленой энергетики», в задача которых входит:

- сбор и обобщение материалов по выявленным залежам водорода, водородопроявлениям, выполненным исследованиям по обоснованию перспектив водородоносности в мире по открытым источникам;
- сопоставление геологического строения территорий с выявленными признаками и залежами водорода в мире, с геологическим строением территорий Республики Узбекистан;
- выбор критериев, определяющих возможные перспективы территории на наличие залежей природного водорода, на основе которых можно обосновать перспективы водородоносности территории республики;
- на основе комплексного анализа всего имеющегося материала с учетом мирового опыта разработать рекомендации на определение направлений, видов и объемов геологоразведочных работ с целью обоснования перспектив водородоносности территории республики;
- сбор и обобщение материалов проведенных исследований выявленных в мире залежей водорода и сравнение геологического строения этих залежей с геологическим строением территории Узбекистана для обоснования перспектив зеленой энергетики;

- выбор критериев и факторов поиска, связанных с перспективами территории с естественными залежами водорода, и обоснование на их основе вероятности перспективы территории республики на водород;
- исходя из комплексного анализа всех имеющихся геологических материалов и мировой практики, разработка предложений, определяющих направления, виды и масштабы геологоразведочных работ с целью обоснования водородной перспективы территорий республики.

На основе собранного и обобщенного материала по водородоносности различных территорий мира и выполненного комплексного анализа полученных данных будет сформулировано предварительное мнение о возможных перспективах территорий Республики Узбекистан на наличие залежей природного водорода, и определены первоочередные направления геологоразведочных работ на их поиски.

Выводы. Таким образом, учитывая всесторонний обзор и систематизацию имеющихся материалов по изучению природного водорода в мире, можно наметить наиболее перспективные геологические обстановки на территории Республики Узбекистан с богатым свободным газом водорода.

Учитывая все аспекты по обнаружению природного водорода в недрах Узбекистана, имеются реальные признаки возможного нахождения промышленных залежей водорода как в орогенной, так и в платформенной части территории, вероятно, на всех видах горных пород, которые создают широкий спектр сред с газом, богатым водородом, в виде свободного газа, растворенного газа и захваченного флюидами включениями в глубоких горизонтах. При этом надо обратить внимание не только на регионы, связанные с углеводородными залежами, но и на горнорудные районы (Центрально-Кызылкумский, Самаркандский, Чаткало-Кураминский, Южно-Узбекистанский и др.), где глубинные разломы фундамента могут обеспечить миграцию водородов в благоприятные места для скопления их залежей.

Кроме того, угольные пласты (площади Ангрен, Байсун, Санжар, Перспективный (Юкоры Мачай), Фангард, Хауз, Шаргунь, Вуары) также имеют высокий потенциал для накопления водорода.

Резюмируя, необходимо отметить, что новое направление дальнейшего развития экономики республики – интеграция технологической платформы, основанной на использовании водородной энергетики, являющейся источником зеленой энергетики, – остается актуальным. Поскольку ГУ «ИГИРНИГМ» имеет положительный опыт в поисках нефти, конденсата, природного газа и его гомологов, то могли бы взяться за организацию подобного проекта в случае, если эта идея вызовет интерес и найдёт инвестиционную поддержку. При положительных результатах поиска и добычи природного водорода энергетическая система Узбекистана получит дополнительный автономный источник энергии в рамках безуглеродной стратегии.

Список литературы

1. Абидов А.А., Поликарпов А.А., Рахматов У.Н. Геотермические модели каналов глубинного тепломассопереноса в западной части Бухара-Хивинского палеорифта по данным полевой геотермической съемки // Узбекский журнал нефти и газа 2005, №2. - С.12-16.
2. Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды т жизни // материалы конференции. -М.: ГЕОС, 2012.
3. Ларин В.Н. Водородная энергетика: пора бурить скважины // Химия и жизнь, 2000, №10. -С.46-51.
4. Ларин В.Н. Гипотеза изначально гидридной земли. М.: Недра, 1980. -С. 216.
5. Перевозчиков Г.В. Поле водорода на месторождении Газли по данным геохимических исследований в нефтегазоносном регионе Средней Азии // Нефтегазовая геология. Теория и практика. -М.: 2012. Т7, №1. -С. 1-13.
6. Полеванов В.П., Глазьев С.Ю. Поиски месторождений природного водорода в России как основа встраивания в новый технологический уклад. -М.: Глобальное недропользование, 2020. -С. 10-23.
7. Полеванов В.П. Природный водород. Предварительное руководство для поисков. - М.: Тема номера. 2022. -С .4-11.
8. Сывороткин В.Л. Экологические аспекты дегазации Земли. -М.: МГУ, 2002.
9. Уломов В.И. О роли горизонтальных тектонических движений в сейсмодинамике и прогнозе сейсмической опасности. -М.: ИФЗ РАН, 2004.
10. Юсупов Ш.С., Умурзаков Р.К. Особенности изменения содержания молекулярного водорода на поверхности, связанные с сейсмической активностью // Седьмая научно-

- техническая конференция Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России 29 сентября - 5 октября 2019 г. Стр. 166-199.
11. Якуцени В.П. Природные газы осадочной толщи. Л.: Недра, 1976. -С.344.
 12. Электронные ресурсы: Natural H₂ Emissions in Colombian Ophiolites: First Findings // Geosciences 2023, 13, 358. <https://doi.org/10.3390/geosciences13120358>; «Delivering Europe's first natural hydrogen project in Aragón and expanding global activities».2025.

References

1. Abidov A.A., Polikarpov A.A., Rakhmatov U.N. Geothermal models of channels deep heat and mass transfer in the western part of the Bukhara-Khiva paleorift according to data field geothermal survey // Uzbek journal of oil and gas 2005, No. 2. -P. 12-16. (in Russian)
2. Degassing of the Earth: geotectonics, geodynamics, geofluids, oil and gas, hydrocarbons and life // conference materials. -M.: GEOS, 2012. (in Russian)
3. Larin V.N. Hydrogen energy: time to drill wells // Chemistry and Life, 2000, No. 10. -P. 46-51. (in Russian)
4. Larin V.N. Hypothesis of the originally hydride earth. Moscow: Nedra, 1980. -P. 216. (in Russian)
5. Perevozchikov G.V. Hydrogen field at the Gazli deposit according to geochemical studies in the oil and gas region of Central Asia // Oil and Gas Geology. Theory and Practice. - M.: 2012. T7, No. 1. -P. 1-13. (in Russian)
6. Polevanov V.P., Glazyev S.Yu. Search for natural hydrogen deposits in Russia as a basis for integration into a new technological order. -M.: Global subsoil use, 2020. -P. 10-23. (in Russian)
7. Polevanov V.P. Natural Hydrogen. Preliminary Guide for Searches. -M.: Topic of the Issue. 2022. -P. 4-11. (in Russian)
8. Svorotkin V.L. Ecological aspects of the Earth's degassing. -M.: Moscow State University, 2002. (in Russian)
9. Ulomov V.I. On the role of horizontal tectonic movements in seismodynamics and seismic hazard forecasting. -M.: IPE RAS, 2004. (in Russian)
10. Yusupov Sh.S., Umurzakov R.K. Features of changes in the content of molecular hydrogen on the surface associated with seismic activity // Seventh Scientific and Technical Conference "Problems of Comprehensive Geophysical Monitoring of the Russian Far East", September 29 – October 5, 2019. Pp. 166-199. (in Russian)
11. Yakutseni V.P. Natural gases of sedimentary strata. L.: Nedra, 1976. - P. 344. (in Russian)
12. Electronic resources: Natural H₂ Emissions in Colombian Ophiolites: First Findings // Geosciences 2023, 13, 358. <https://doi.org/10.3390/geosciences13120358>; "Delivering Europe's first natural hydrogen project in Aragón and expanding global activities". 2025.

Сведения об авторах

Шоймуротов Туйчи Халикулович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный советник, Государственное учреждение «ИГИРНИГМ» Министерства горнодобывающей промышленности и геологии РУз
Узбекистан, 100069, Ташкент, ул. Олимлар, 64
E- mail: igirnigm@ing.uz, tuychi@ing.uz

Каршиев Одаи Абдугаффарович, доктор философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам, директор, Государственное учреждение «ИГИРНИГМ» Министерства горнодобывающей промышленности и геологии РУз

Узбекистан, 100069, Ташкент, ул. Олимлар, 64
E-mail: igirnigm@ing.uz

Ханнанов Марс Талгатович, доктор технических наук, ведущий эксперт ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шапшина
Россия, 423236, Альметьевск, ул. Ленина, 75
E-mail: knannanov@tatneft.ru

Юсупходжаев Сайдагзам Сайдумарович, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лаборатории, Государственное учреждение «ИГИРНИГМ» Министерства горнодобывающей промышленности и геологии РУз
Узбекистан, 100069, Ташкент, ул. Олимлар, 64
E-mail: igirnigm@ing.uz

Authors

T.Kh. Shoimurotov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Scientific Advisor of the State Institution "IGIRNIGM" of the Ministry of Mining Industry and Geology of the Republic of Uzbekistan
64, Olimlar St., Tashkent, 100069, Russian Federation
E-mail: igirnigm@ing.uz, tuychi@ing.uz

O.A. Karshiev, Doctor of Philosophy (PhD) in Geological and Mineralogical Sciences, Director, State Institution "IGIRNIGM" of the Ministry of Mining Industry and Geology of the Republic of Uzbekistan
64, Olimlar St., Tashkent, 100069, Russian Federation
E-mail: igirnigm@ing.uz

M.T. Khannanov, Doctor of Technical Sciences, Leading Expert of the Department of Geology of Oil and Gas Fields of TatNIPIneft Institute – PJSC Tatneft
75, Lenin St., Almetyevsk, 423462, Russian Federation
E-mail: khannanov@tatneft.ru

S.S. Yusupkhodjaev, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Laboratory, IGIRNIGM State Institution of the Ministry of Mining and Geology of the Republic of Uzbekistan
64, Olimlar St., Tashkent, 100069, Russian Federation
E-mail: igirnigm@ing.uz

Статья поступила в редакцию 01.05.2025
Принята к публикации 15.12.2025
Опубликована 30.12.2025