

Изучение распределения концентраций водорода в осадочном чехле юго-западной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции

И.В. Шевченко

к.г.-м.н., технический директор¹
ivshevch@dol.ru

С.А. Силкин

главный геолог²
Sergey.Silkin@corsarneft.ru

¹УК «Корсарнефть», Москва, Россия

²Саратовский филиал УК «Корсарнефть»,
Саратов, Россия

Территория Волго-Урала до сих пор считается одним из самых перспективных нефтегазоносных регионов России. Несмотря на значительные объёмы сейсморазведочных работ и глубокого бурения, выполненные в последние 40–50 лет, оценка нефтегазового потенциала далека от завершения.

Существующие классические концепции формирования углеводородных залежей, миграции и аккумуляции углеводородов в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции не всегда и не в полной мере объясняют процесс формирования залежей углеводородов в условиях небольших мощностей осадочного чехла, относительно низких температур в предполагаемых зонах генерации нефти и газа. Всё более широкое обсуждение приобретают тема глубинного флюидопотока и глубинной дегазации Земли, а также связь этих процессов с условиями и перспективами нефтегазоносности.

Материалы и методы

Анализ новых данных, полученных в процессе строительства поисковых скважин. Помимо традиционных методов и критериев, используемых в газовом каротаже, авторы статьи обращают внимание на целесообразность изучения распределения водорода в осадочном чехле.

Ключевые слова

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция, водород, перспективы нефтегазоносности, глубинный флюидопоток, глобальная дегазация Земли

В последние годы всё больше исследователей уделяют значительное внимание вопросам, связанным с влиянием глубинного флюидопотока на условия формирования и аккумуляции залежей нефти и газа в различных геолого-тектонических условиях.

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция, в тектоническом плане приуроченная в центральной и западной частях к одноимённой антеклизе, не является в данном случае исключением. Наличие газов, вероятно имеющих глубинный генезис, а именно водорода и гелия, в компонентном составе природного и попутного газов месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции отмечены некоторыми исследователями [1,7].

При строительстве поисковых скважин на нефть и газ в Саратовской области в процессе газового каротажа нами определяется содержание в выбуренной породе,

и, соответственно, в буровом растворе, не только углеводородных газов, но и водорода. Данные исследования проводятся в рамках объёма работ геолого-технологических исследований, выполняемых на подрядной основе НПО «СНГС».

Используются газоанализаторы циклического действия СНГС-04М. Принцип действия термодаталитический с предварительным газо-хроматическим разделением определяемых компонентов. В основе работы данного типа газоанализатора лежит газохроматографическое разделение и анализ компонентов пробы анализируемого газа фиксированного объёма. В качестве газа-носителя используется атмосферный воздух, поступающий на газоанализатор после предварительной очистки с помощью устройства подготовки газа-носителя. При выполнении работ измеряются объёмные доли метана, этана, пропана, бутана, пентана и водорода в дегазируемой

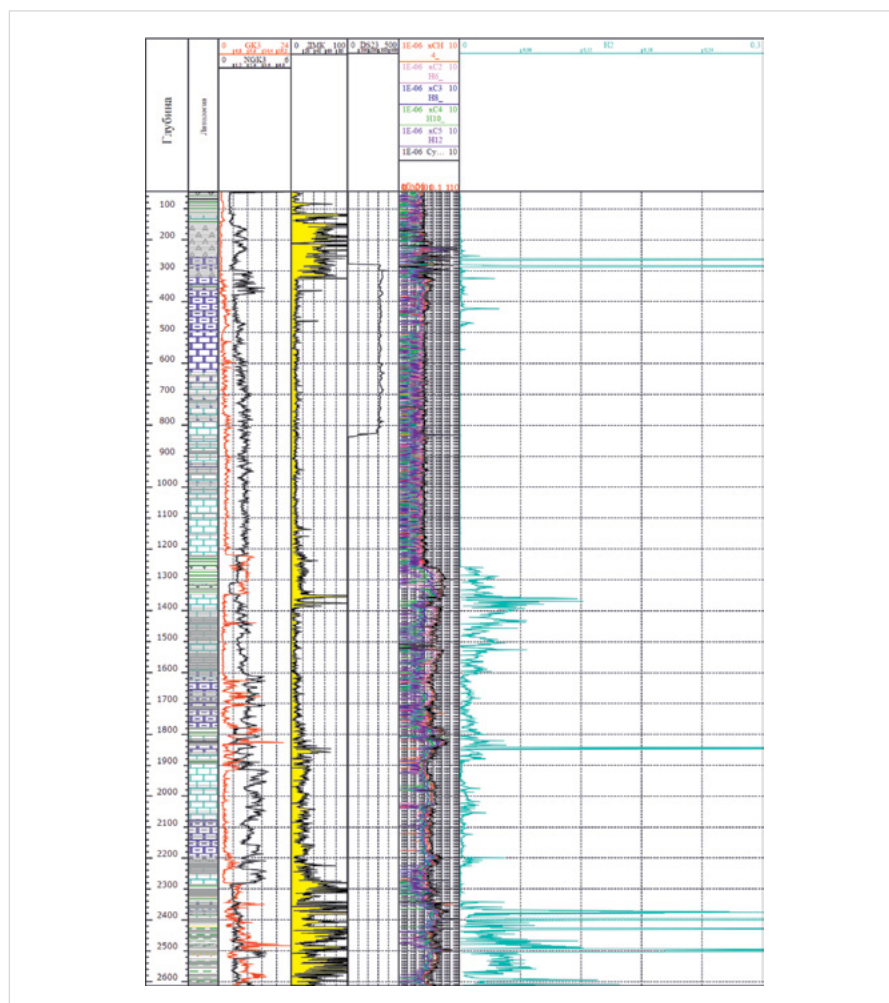


Рис. 1 — Скважина №1 Рубежинская. Бирюзовым цветом в крайней справа колонке выделены объёмные доли водорода. Следующая колонка левее, объёмные доли углеводородных газов

из бурового раствора газо-воздушной смеси.

Повышенные концентрации водорода встречаются в широком стратиграфическом диапазоне, включая кунгурский ярус нижнепермских отложений, башкирский и московский ярусы среднего карбона, визейский и серпуховской ярусы среднего карбона, жигитский и эйфельский ярусы среднего девона, рифейские отложения и кристаллический протерозойский фундамент.

Обращает на себя внимание то, что во многих случаях водород присутствует в разбуриваемых породах именно в зонах развития региональных покровов. Повышенные концентрации водорода, в основном, хорошо коррелируются с аномальными концентрациями метана и других углеводородных газов.

Поисковые скважины Рубежская №1, Сакмовская №1, данные с которых приведены ниже в качестве планшетов газового каротажа, испытаны в перспективных интервалах и являются первооткрывательницами новых нефтяных месторождений. В скважине Быковская №1 промышленный приток нефти не получен, однако присутствовали признаки нефтегазоносности.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие предварительные выводы:

- в районе работ водород распространён по всему осадочному чехлу от фундамента до поверхности и ассоциируется с присутствием в аналогичных интервалах метана и его гомологов;
- максимальная концентрация водорода связана с кристаллическим фундаментом и додевонским комплексом, что свидетельствует в пользу глубинного происхождения водорода;

- вероятно, глубинный газовый поток, в котором водород играет важнейшую роль, на протяжении всего периода геологического времени, связанного с формированием осадочного чехла Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, оказывал и продолжает оказывать влияние на физико-химические условия формирования углеводородов. Новые порции водорода и других газов, включая метан, с неизученной пока степенью интенсивности и периодичности, поступают из фундамента в интервалы с высоким содержанием органического вещества, продуцируя новые более тяжёлые по составу углеводороды;
- в разрезе осадочного чехла водород аккумулируется, в основном, в зонах характеризующихся наличием покровов, способствующих формированию углеводородных залежей. Таким образом, есть некоторая вероятность формирования залежей водорода совместно с залежами других газов, в тех случаях, когда водород не реализовал полностью свой химический потенциал в процессе формирования углеводородных залежей;
- существенные концентрации водорода наблюдаются по всему разрезу как в интервалах коллекторов, так и внутри слабопроницаемых интервалов. Это указывает на то что покровы являются временными барьерами для вертикальной миграции водорода. Об этом же свидетельствуют водородные аномалии в самой верхней части разреза (скв. Рубежская №1);
- по-видимому, миграция глубинного

водорода в этой части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции может оказывать непосредственное влияние на формирование и обновление химического состава и объёма залежей углеводородов;

- учитывая появление новых видов детекторов определения содержания водорода, возможность его измерения в процессе проводки поисковых и разведочных скважин, а также в процессе проведения площадной геохимической съёмки, диаграммы и карты распределения концентраций водорода, могут стать важными критериями в поисковом процессе на нефть и газ;
- возможно наличие тектонически ослабленных и разуплотнённых зон фундамента, где поток глубинных флюидов, в котором доминирует водород, при наличии определённых барьеров может формировать «транзитные» залежи глубинных газов, перспективные для промышленной разработки. Однако, поиск таких залежей выдвигает задачу подготовки специальной поисково-разведочной методологии.

Итоги

Изучены данные по распределению водорода в разрезе нескольких успешных поисковых скважин. Выявлены определённые закономерности распределения водорода в изучаемом осадочном чехле, с учётом глубины, стратиграфической и литологической приуроченности аномалий и концентрации распределения водорода по разрезу, указывающие в том числе на высокую вероятность глубинного происхождения водорода.

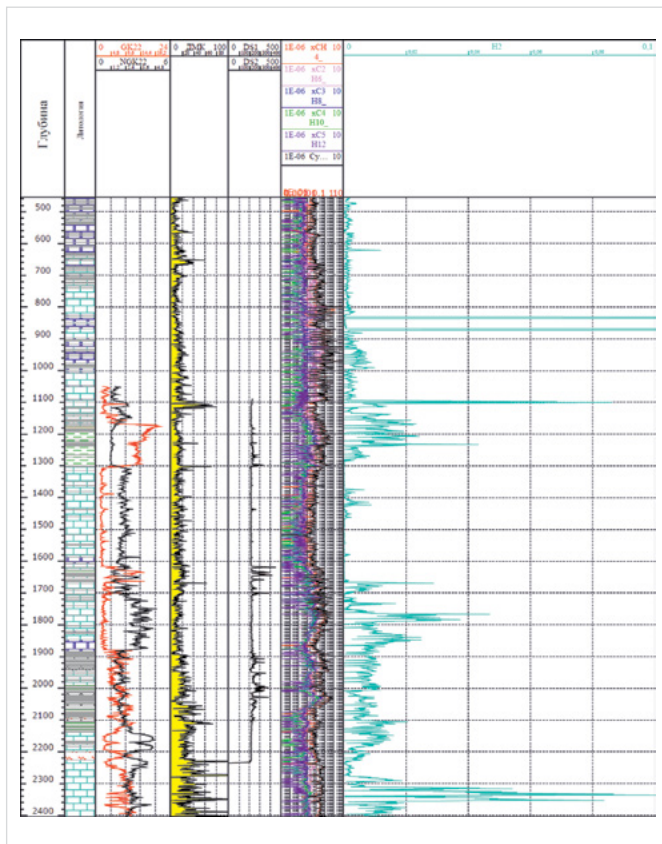


Рис. 2 — Скважина №1 Сакмовская. Бирюзовым цветом в крайней справа колонке выделены объёмные доли водорода. Следующая колонка левее, объёмные доли углеводородных газов

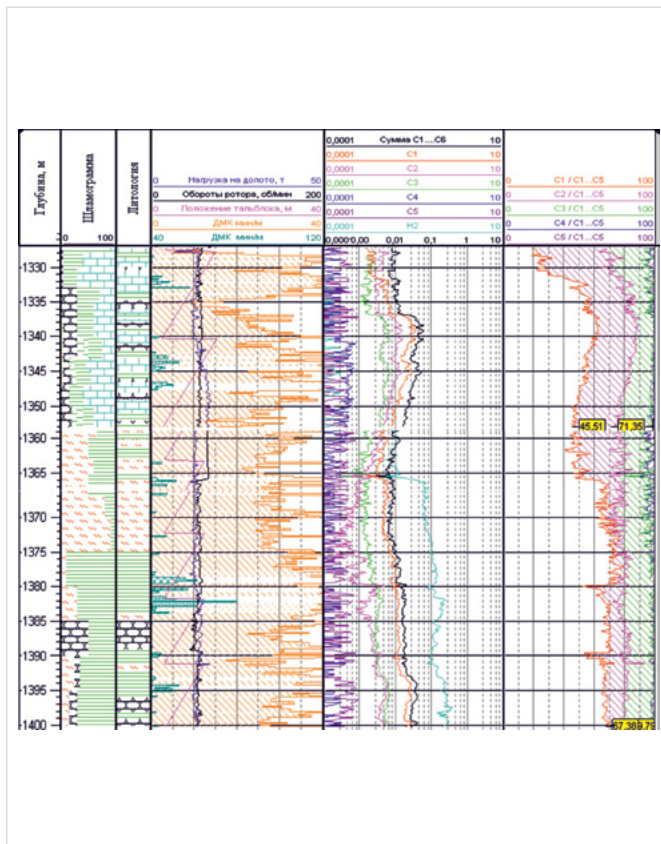


Рис. 3 — Скважина №1 Быковская. Значительный рост концентрации водорода наблюдается с глубины 1366 м, после входа в рифейские отложения

Выводы

Полученные данные позволили сделать предварительные выводы о возможной роли глубинного водорода и флюидопотока в целом на процессы, связанные с формированием нефтяных и газовых залежей в изучаемом районе.

Список используемой литературы

1. Бобров В. Е., Тихомиров В. В. Избыток гелия в нефтях Волго-Уральского НГБ // Генезис углеводородных флюидов и месторождений. М., 2006. С. 147–159.
2. Гаврилов В.П. Возможные механизмы естественного восполнения запасов на нефтяных и газовых месторождениях // Геология нефти и газа 2008. № 1. С. 56–64.
3. Горьков Ю.Д. Миграция и аккумуляция

углеводородов в условиях разрывно-блоковой тектоники (на примере Саратовского правобережья) // Недра Поволжья и Прикаспия. 2010. Вып. 61. С. 34–43.

4. Дмитриевский А. Н., Баланюк И. Е., Донгарян А. Ш., Каракин А. В., Повешенко Ю. А. Современные представления о формировании скоплений углеводородов в зонах разуплотнения верхней части коры // Геология нефти и газа. 2003. № 1. С. 2–9.
5. Дмитриевский А.Н., Валяева Б.М. Эндогенные факторы в генезисе скоплений углеводородов // Генезис углеводородных флюидов и месторождений. М. 2006. С. 9–11.
6. Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М. Углеводородная дегазация через дно

океана: локализованные проявления, масштабы, значимость. Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. М: ГЕОС, 2002. С. 36–37.

7. Ларин В.Н. Наша Земля. Происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли. Москва: Агар, 2005. 242 с.
8. Рихтер Я.А. Геотермический режим, тепловой и флюидный потоки Прикаспийской впадины // Известия Саратовского университета. 2011. Т. 11. Вып. 2. С. 82–83.
9. Шевченко И.В., Изучение перспектив нефтегазоносности Южного Каспия на основе новых представлений о геодинамическом развитии региона // Экспозиция Нефть Газ. 2013. №4. С. 9–15.

ENGLISH

GEOPHYSICS

The study of the hydrogen concentration structure in the sedimentary cover of the south-western part of the Volga-Ural oil and gas province

UDC 550.3

Authors:

Igor V. Shevchenko — Ph.D., technical director¹; ivshevch@dol.ru

Sergey A. Silkin — chief geologist²; Sergey.Silkin@corsarneft.ru

¹LLC MC Corsarneft, Moscow, Russian Federation

²Saratov branch LLC MC Corsarneft, Saratov, Russian Federation

Abstract

The territory of the Volga-Urals is still considered as one of the most promising oil and gas regions of Russia. Despite significant scope of seismic surveys and deep drilling made in the last 40–50 years, the evaluation of oil and gas potential is far from complete. Current concepts of the formation of hydrocarbon deposits, migration and accumulation of hydrocarbons in the Volga-Ural oil and gas province, do not always fully explain the facts of oil and gas generation of hydrocarbon deposits in the conditions of small thickness of sediments, relatively low temperatures in the prospective areas. The broader discussion is going on regarding the fluid flow and deep degassing of the Earth, and the relationship of these processes with the conditions and prospects of the oil and gas potential.

Materials and methods

The article is an analysis of new data obtained during construction of exploration wells. In addition to traditional methods and criteria used in mud logging, the authors draw attention to the desirability of studying the distribution of hydrogen in the sedimentary cover. New kinds of analyzers that use as a carrier gas air, unlike old systems, which was used as a carrier of hydrogen, allow recording while drilling hydrogen content in the drilled borehole.

Results

Studied data on the distribution of hydrogen in the context of a number of successful exploration wells. Revealed certain patterns of distribution of hydrogen in the studied

sedimentary cover, taking into account the depth, lithological and stratigraphic confinement of anomalies and the concentration distribution of hydrogen in the section, including indicating a high probability of deep origin of hydrogen.

Conclusions

The acquired data led to the preliminary findings on the possible role of deep hydrogen and global fluids flow in general in the processes associated with the generation of oil and gas deposits in the study area.

Keywords

hydrogen, Volga-Urals oil and gas potential, deep fluid flows, global degassing of the Earth

References

1. Bobrov V. E., Tikhomirov V. V. *Izbytok geliya v neftyakh Volgo-Ural'skogo NGB* [The excess helium in the Volga-Ural oil and gas basin]. *Genезis uglevodorodnykh flyuidov i mestorozhdeniy*, Moscow, 2006, pp. 147–159.
2. Gavrilov V.P. *Vozmozhnye mekhanizmy estestvennogo vospolneniya zapasov na neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniyakh* [On possible mechanisms of natural resources renewability in oil and gas fields]. *Geologiya nefi i gaza*, 2008, issue 1, pp. 56–64.
3. Gor'kov Yu.D. *Migratsiya i akkumulyatsiya uglevodorodov v usloviyakh razryvno-blokovoy tektoniki (na primere Saratovskogo pravoberezh'ya)* [Migration and accumulation of hydrocarbons in a discontinuous-block tectonics (on Saratov right riverside)]. *Nedra Povolzh'ya i Prikaspiya*, 2010, issue 61, pp. 34–43.
4. Dmitrievskiy A. N., Balanyuk I. E., Dongaryan A. Sh., Karakin A. V., Poveshenko Yu. A. *Sovremennye predstavleniya o formirovaniy skopleniy uglevodorodov v zonakh razuplotneniya verkhney chasti kory* [Modern concepts about hydrocarbon accumulation formation in zones of Upper crust disconsolidation]. *Geologiya nefi i gaza*, 2003, issue 1, pp. 2–9.
5. Dmitrievskiy A.N., Valyaeva B.M. *Endogennye faktory v genezise skopleniy uglevodorodov* [Endogenous factors in the genesis of hydrocarbon accumulations]. *Genезis uglevodorodnykh flyuidov i mestorozhdeniy*, Moscow, 2006, pp. 9–11.
6. Dmitrievskiy A.N., Valyaev B.M. *Uglevodorodnaya degazatsiya cherez dno okeana: lokalizovannye proyavleniya, masshtaby, znachimost'*. *Degazatsiya Zemli i genezis uglevodorodnykh flyuidov i mestorozhdeniy* [The hydrocarbon degassing through the bottom of the ocean: the localized manifestation, extent, significance. Degassing of the Earth and the genesis of hydrocarbon fluids and deposits]. Moscow: GEOS, 2002, pp. 36–37.
7. Larin V.N. *Nasha Zemlya. Proiskhozhdenie, sostav, stroenie i razvitie iznachal'no gidridnoy Zemli* [Our Earth. The origin, composition, structure and development of original hydride Earth]. Moscow: Agar, 2005, 242 p.
8. Rikhter Ya.A. *Geotermicheskiy rezhim, teplovoy i flyuidnyy potoki Prikaspiyskoy vpadiny* [Geothermal mode, thermal and fluid flow of the Caspian Basin]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta*, 2011, Vol. 11, issue 2, pp. 82–83.
9. Shevchenko I.V., *Izuchenie perspektiv neftegazonosnosti Yuzhnogo Kaspiya na osnove novykh predstavleniy o geodinamicheskom razvitiy regiona* [The South Caspian oil and gas perspectives study based on new conception of the regional geodynamic development]. *Exposition Oil Gas*, 2013, issue 4, pp. 9–15.