

<https://doi.org/10.51301/ejsu.2022.i4.06>

The role of hydrodynamic and structural-tectonic factors in the formation of hydrocarbon deposits in the Jurassic sediments of the Bukhara-Khiva region

T.H. Shoimuratov¹, N.Sh. Hajitov¹, S.K. Kurbanyazov^{2*}

¹Institute of geology and exploration of oil and gas fields, Tashkent, Uzbekistan

²Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan

*Corresponding author: saken_geo@mail.ru

Abstract. The article discusses the study of reservoir fluids and the role of the hydrodynamic environment in the formation and preservation of hydrocarbon deposits within the Bukhara-Khiva oil and gas region. Aboveground water are the primary "transporter" scattered hydrocarbons, in certain geological hydrogeological conditions, they can contribute to their accumulation or destruction. In this regard, the study of the nature of the movement of fluids due to geological and tectonic processes is a necessary condition for assessing the prospects of oil and gas potential in the territories.

Keywords: hydrodynamics, hydrocarbon, reservoir, area, fluid, formation water, water complex, zone, hydraulic pressure, horizon, migration.

1. Введение

Геологическое строение Бухара-Хивинского региона (БХР) осложнено глубинными и локальными разломами, влияющими на общий гидродинамический режим пластовых флюидов. Особенности геолого-тектонического строения территории определяют формирование нескольких обособленных флюид динамических систем, в пределах которых формируются уже свои, но наиболее низшего уровня элементы распределения гидродинамического энергетического потенциала [1].

Целесообразность такого дифференциального подхода при изучении флюид динамики обоснована дальнейшей детализацией на уровне локальных площадей, которая позволяет системно интерпретировать флюид на динамические процессы с учетом геолого-тектонических условий.

2. Основная часть

По результатам построения схематической гидродинамической карты гидравлического напора пластовых вод юрских отложений БХР установлена гидродинамическая обстановка территории, в том числе: локальное и основное направление движения подземных вод; изменение градиентов пластовой фильтрации; участки с низкой и высокой потенциальной энергией пластовых вод и т.п. В дополнении к указанным показателям благоприятными гидродинамическими факторами для нефтегазонакопления являются: скорости движения подземных вод; малые гидродинамические уклоны; наличие зон пьез минимумов; «замкнутые зоны и структурные гидродинамические носы» с расчётными данными коэффициентов затруднённости водообмена. Результаты этих характеристик и комплексные гидродинамические анализы позволяют выде-

лить наиболее перспективные локальные районы с рассмотрением отдельных вероятных участков на предмет наличия скоплений залежей углеводорода (УВ).

Результаты величин приведенного напора свидетельствуют, что пьезометрическая поверхность юрского водонапорного комплекса имеет весьма сложное строение. Максимальные величины пьезометрических напоров в нижнесреднеюрских отложениях БХР приурочены к юго-восточной части региона (рисунок 1). Участки локальных пьез максимумов наиболее четко выражены в районах месторождений Сев. Нишан, Кирсан, Чилькувар, Алан (2322-2747 м), а участки локальных пьез минимумов – в районах площадей Карим, Расылкудук, Джаркак, Западный Караиз, Сарыташ, Ходжи, Хатар, Кумли (199-343 м). Их формирование связывается с неравномерным развитием более или менее водообильных коллекторов.

Зона резкого снижения напоров занимает юго-восточную половину Бухарской ступени, примыкающую к области снижения напоров. Перепад напоров от площадей Шурасан и Азляртепа до площадей Галаасия и Аладагир составляет 1466-259 м, а средний гидравлический уклон (i_ф) на этом участке составляет около 1 м/км.

Построенные гидродинамические карты указывают на то, что Каганский пьезоминимум включает два локальных участка понижения напоров, которые тяготеют к Сеталантепинскому и Караизскому нарушениям, причем последний участок отличается открытой разгрузкой водоносных горизонтов. В отношении Газлинского пьезоминимума, с уточнением величины приведенных напоров по Учкырской и Сюзьминской площадям, появилась возможность зафиксировать его раскрытие в сторону Бухарской флексурно-разрывной зоны без суще-

ственного изменения взглядов на его происхождение, то есть отнесения его к переточному типу [2].

Новые данные по распределению напоров юрского водонапорного комплекса в юго-восточной части БХР свидетельствуют о наиболее высоких напорах в центральной части Чарджоуской ступени (Сев. Нишан, Култук, Алан 2322-2247 м) и их снижении по направлению к бортовым его участкам (Сев.Уртабулак– 709 м, Памук– 431 м, Сев.Камаши– 865 м, Шуртан– 945 м, Сев.Шуртан– 851 м). что указывает на наличие здесь элизионной водонапорной системы. Вероятно, эта зона сформирова-

лась в полосе взаимодействия внешней и внутренней областей создания напора, а наличие в этом районе регионального разлома большой амплитуды, видимо, облегчает совместную разгрузку инфильтрационных и элизионных вод [3]. Между областями создания элизионного и инфильтрационного напоров расположена обширная зона фронтального пьезоминимума, где наблюдается изменение (от 1.4 до 3.4 см/год) гидравлических градиентов и фильтрационных свойств пород, а также скорости фильтрации пластовых вод (таблица 1).

Таблица 1. Гидродинамические параметры движения подземных вод в нижне- и среднеюрских отложениях Бухаро-Хивинского региона

№ п/п	Площади и месторождения	Коэффициент		Фактич. уклон (I _ф), м/км	Скорость филт. (теоретич.) (V _т), см/год	Скорость филт. фактич. (V _ф), см/год	Коэф. затрудненн. (Ψ)
		проницаемости (k), дарси	пористости (m), %				
Бухарская ступень							
1	Шуран-С.Азляртепа	0.008	8	14.6	4.0	47	0.09
2	Азляртепа- Раимсуфи	0.006	8	3.0	4.0	5.9	0.68
3	Карабанр-Сев. Шумак	0.008	8	0.9	3.9	3.1	1.25
4	Галаасия-Атбакор	0.008	8	0.2	3.8	0.6	6.3
5	С.Азляртепа- Аладагир	0.007	9	0.7	3.6	1.5	2.4
6	Сев.Мубарек-Карим	0.008	8	2.0	3.9	6.3	0.6
7	Юлдузкак-Джаркак	0.008	8	4.3	3.8	12.6	0.3
Чарджоуская ступень							
8	Алан- Уртабулак	0.0001	6	58	3.9	3.6	1.1
9	Уртабулак-Денгизкуль	0.0008	7	7.4	3.8	2.3	1.6
10	Денгизкуль-Сев. Шады	0.0008	7	3.0	3.8	0.9	4.2
11	Сев. Шады-Алат	0.0008	7	1.68	3.8	0.53	7.2
12	Зап. Ходжи- Акум	0.0008	7	1.5	3.7	0.5	7.4
13	Акум-Сев.Сюзма	0.0008	7	0.8	3.7	0.25	14.8
14	Сев. Сюзма-Гугуртли	0.0002	8	0.9	3.7	0.07	12.8
15	Сев. Нишан-Гугуртли	0.0001	6	6.0	3.6	0.3	12
16	Алан-Гугуртли	0.0001	6	7.2	3.6	0.35	10.3
17	Джамбулак-Аманата	0.0001	4	17.7	3.9	1.4	2.8
18	Сев. Нишан-Шуртан	0.0001	4	39.3	3.9	3.1	1.26
19	Сев. Нишан- Мангит	0.0001	4	38	3.9	3.0	1.3
20	Джамбулак- Шуртан	0.0001	4	21.8	3.9	1.7	2.3
21	Сев. Нишан- Сев. Камаши	0.0001	4	42.8	3.9	3.4	1.1

Для площадей и месторождений средние значения коэффициента проницаемости в Бешкентском прогибе составляют 0.0001 дарси, а коэффициента пористости – 4%. В аномальных зонах гидравлический уклон изменяется в пределах 21.8-42.8 м/км, скорость фильтрации составляет от 1.4 до 3.4 см/год, коэффициент затрудненности движения пластовых вод (Ψ) в пределах 1.1-2.8. Аналогичные изменения гидродинамических параметров отмечают и на восточном борту Денгизкульского поднятия (в районе месторождений Алан, Зеварды, Уртабулак): проницаемость от 0.0001 до 0.0008 дарси; пористость от 6 до 7%; гидравлический уклон от 7.4 до 58 м/км и скорость фильтрации 2.3-3.6 см/год при коэффициенте затрудненности движения пластовых вод 1.1-4.2. Далее, в западном направлении отчетливо прослеживается постепенное уменьшение приведенных напоров, гидравлических уклонов, скоростей фильтрации при постепенном увеличении коэффициента затрудненности движения пластовых вод, в частности: в направлении от Сев. Шады к площади Алат $i_f = 1.68$ м/км,

$V_f = 0.53$ см/год, $\Psi = 7.2$ и в направлении от Сев. Сюзма к площади Гугуртли $i_f = 0.9$ м/км, $V_f = 0.07$ см/год, $\Psi = 12.8$.

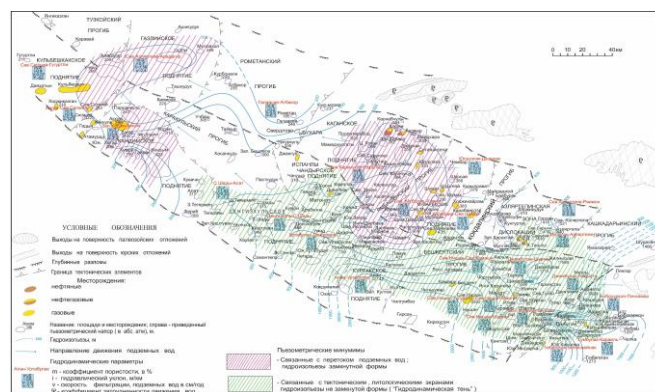


Рисунок 1. Гидродинамическая карта нижне- и среднеюрских отложений Бухаро-Хивинского региона (по материалам Т.Х.Шоймуртова, 2021 г.)

Для территории Бухарской ступени в нижнесреднеюрских отложениях от площади Сев. Азляртепа до площади Аладагир скорости фильтрации пластовых вод уменьшаются до 1.5 см/год, при повышенном коэффициенте затрудненности движения пластовых вод - 2.4. Региональный наклон пьезометрической поверхности в северо-западном направлении отнюдь не отмечается равномерностью, поскольку для него характерна частая смена сгущения и разряжения гидроизопьез с соответствующими резкими колебаниями величин гидравлических уклонов от 0.2 до 14.6 м/км и скоростей фильтрации подземных вод от 0.6 до 47 см/год.

Следовательно, в зависимости от гидродинамических параметров в нижнесреднеюрских отложениях линии гидроизопьез отражают сложную гидродинамическую обстановку в виде преломлений, сгущений, замкнутых и раскрытых зон пьезоминимумов. Гидродинамические аномальные зоны с благоприятными условиями формирования и сохранения залежей УВ фиксируются в пределах Газлинского, Кандымского, Каганского и Мубарекского поднятий [4].

Максимальные величины приведенных пьезометрических напоров в верхнеюрских отложениях БХР установлены на площадях, наименее удаленных от горного обрамления: Шурасан - 1479 м, Аманата - 1020 м и на площадях Нишан - 3350 м, Чильгумбаз - 3118.3, Зап. Култак - 3140 м. От этих площадей пьезометрические напоры закономерно понижаются в западном и северо-западном направлениях (рисунок 2).

Анализ гидродинамических условий верхнеюрского водонапорного комплекса БХР показывает, что в северной части Бешкентского прогиба, вдоль Учбаш-Каршинского разлома через площади Сев. Камаша, Сарбазар, Жилинская располагается гидродинамическая зона с относительно низким гидравлическим напором (393.0-508.0 м), в виде замкнутого пьезоминимума субширотного простирания, почти параллельного очертанию прогиба. Происхождение этой зоны связано, по всей вероятности, с напряженным гидродинамическим режимом в пределах глубинного разлома, к которому приурочены различные дизъюнктивные нарушения с широко развитыми разноориентированными тектоническими трещинами. В зоне этих тектонических нарушений происходит частичное дренирование подземного потока, которое приводит к частичному погашению гидравлического напора. Исходя из этой гидродинамической обстановки и учитывая большую амплитуду Учбаш-Каршинского разлома, эта зона рассматривается как отдельное геологическое тело со своими обособленными гидрогеологическими условиями. В этой зоне существуют предпосылки нахождения УВ ловушек различного характера – литологических, тектонических и гидродинамических.

Величина приведенных напоров верхнеюрского водонапорного комплекса с удалением от источника создания напора постепенно снижается от 573 м (пл. Яккасарай) до 436 м (пл. Азляртепа), также в пределах Мубарекского поднятия от 366 м, 310 м, 98 м, соответственно площади Карабаир, Северный Шумах, Шимолий Дарбаза. В районе месторождений Карим, Дарбаза, Расылкудук, Сев. Майманак гидродинамическая обстановка осложнена пьезометрическим минимумом, приуроченным к Бухарскому глубинному разлому.

Разгрузка юрских водоносных горизонтов происходит в ряде районов транзита. Мубарекского, Каганского, Газлинского поднятий (площади Карабаир, Шуртепа, Джаркак, Караиз, Газли, Шимолий Дарбаза, Питняк и др.), что подтверждается как гидродинамическими (уменьшение напоров вверх по разрезу, наличие зон пониженных напоров), так и гидрохимическими аномалиями поверхностных вод в местах разгрузки.

Резкий пьезометрический минимум в верхнеюрских отложениях (275 м, 296 м) выражен на площадях Джаркак, Западный Караиз и Центральный Каган. Учитывая его отражение в виде гидрохимической аномалии в меловых отложениях, можно согласиться с предположением сделанным В.А.Кудряковым (1985) о гидравлической связи юрских и меловых горизонтов в Джаркак-Сеталантепинской зоне нарушений, то есть скрытую разгрузку юрских водоносных горизонтов [2]. На схематической карте гидроизопьез верхнеюрских отложений БХР Мубарекский и Каганский районы выделяются как области сравнительно резких падений напоров. Особенно резкий перепад напоров обнаружен в районе площадей Зеварды, Южный Уртабулак, Джарчи и Шода, причем, в этом районе заметны высокие гидравлические уклоны и относительно высокие фильтрационные скорости подземных вод.

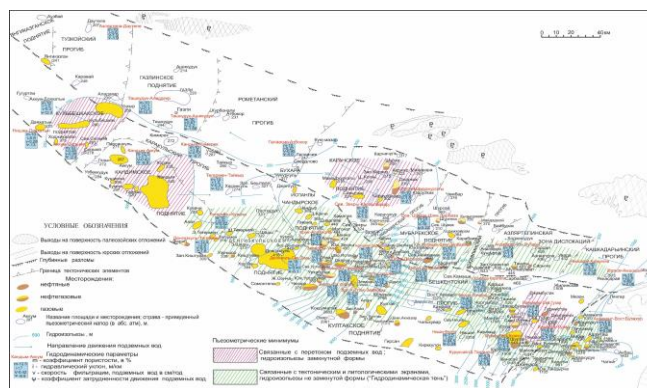


Рисунок 2. Гидродинамическая карта верхнеюрских отложений Бухаро-Хивинского региона (по материалам Т.Х.Шоймуротова, 2021 г.)

Гидродинамические аномалии, отражающиеся в конфигурации гидроизопьез, обнаружены в районах Денгизкульского и Испанлы-Чандырского поднятий с формированием незамкнутых пьезоминимумов, являющихся благоприятными зонами для скопления и сохранения УВ залежей.

Распределение энергии потенциметрической поверхности пластовых вод юрского водонапорного комплекса БХР свидетельствует о том, что основное направление движения подземного потока пластовых вод, следовательно, и остальной части флюидов, имеет направление с юга и юго-востока на север и северо-запад, за исключением некоторых локальных площадей, расположенных внутри региона и отличающихся низкими или высокими гидравлическими напорами. Примером тому могут служить площади Каганского, Денгизкульского поднятий и Бешкентского прогиба, где выявлены локальные участки, соответственно, с низкой и высокой энергиями потока и изменениями в направлении течения подземного потока на фоне общегидродинамического режима.

Также следует отметить, что в юго-восточной части БХР выделяется обширная зона пьезометрического максимума – зоны аномально высоких пластовых давлений (АВПД), территориально совпадающих с областью распространения верхнеюрских соляно-ангидритовых пачек. Возможно, зона АВПД связана как с изолированными участками природных водонапорных систем, унаследовавших пластовую энергию от предшествующего этапа гидрогеологического развития, так и с изменениями пластовой энергии при современных тектонических, физико-химических и других процессах. В таком понимании явление АВПД рассматривается как частный случай гидродинамических аномалий, связанных именно с изоляцией локальных участков водонапорной системы [5].

Анализ распределения пластовых давлений подземных вод юрского водонапорного комплекса Бешкентского прогиба показывает, что из 42 замеров в 16 АВПД характеризуются величинами $K_a > 1.20$. Следует отметить, что рассматриваемые участки АВПД, в основном, приурочены к зонам тектонических напряжений и мощным солевым покрышкам, где расположены уже известные месторождения с высоким коэффициентом аномальности: Чильгумбаз (1.92); Чулькувар (1.49); Камаша (1.73); Изганча (1.43); Бешкент (1.74); Нишан (1.55); Феруза (1.44); Шеркент (1.31); Мангит (1.31); Джамбулак (1.36).

Такой расклад распределения АВПД позволяет сделать заключение об открытости этих глубинных разломов для рассматриваемых флюидных потоков. Данное явление находит свое подтверждение в зоне развития Лянгаро-Караильского разлома и узлов их пересечений, где пьезометрические напоры в верхнеюрских отложениях понижаются с 1096 м (площади Караиль) до 800-900 м (месторождение Бузахур). Аналогичная ситуация отмечена и в районе площадей Нишан (3350 м) и Гирсан (700-1000). Если допустить, что направление падения напоров совпадает с направлением горизонтальной миграции УВ, то можно предположить, что в данной флексурно-разрывной зоне горизонтальная миграция УВ сменилась вертикальной. Возможно, это способствовало перетоку флюидов из отложений одного стратиграфического комплекса в другой [6]. Подтверждением могут служить результаты химического анализа проб воды, отобранные из XII и XIV горизонтов нижнемеловых отложений месторождения Бузахур, где они представлены слабыми рассолами (98.8-114.6 г/л) хлор-кальциевого типа (по классификации В.А. Сулина), с повышенными значениями водорастворенных органических веществ (ВРОВ), что характерно для пластовых вод верхнеюрских отложений [5].

Таким образом, анализ фактического материала по гидродинамике и гидрохимии нижне-, средне- и верхнеюрских водонапорных комплексов, вместе с результатами литолого-фациальных, структурно-тектонических и битуминологических исследований, позволил установить общие и специфические черты гидрогеологической модели формирования УВ-залежей в юрских отложениях БХР.

Благоприятность седиментационного этапа гидрогеологического развития юрского водонапорного комплекса БХР, состоит в замедленной миграции водных растворов нефтеобразующих веществ, что способствует образованию залежей нефти и газа и препятствует их разрушению. В данном случае одной из важных гидрогеологических предпосылок является приуроченность УВ-залежей

к очагам древней и современной разгрузки, фиксируемых в качестве зон пьезоминимумов. В этих зонах, в связи с изменением гидрохимических и гидродинамических условий (увеличение минерализации, уменьшение температуры и давления подземных вод, фильтрационный эффект и др.), происходит фазовое обособление УВ из седиментационных вод с последующим всплыванием и накоплением нефти и газа в ловушках. Низкие гидравлические уклоны, характерные для седиментационного этапа, препятствуют уходу пузырьков газа и капель нефти из ловушек.

3. Выводы

Рассмотренные вопросы генезиса подземных вод юрских отложений БХР и современного гидродинамического режима на различных его участках имеют прямое отношение к оценке роли гидрогеологического фактора в формировании и размещении нефтяных и газовых залежей. Следовательно, на основании анализа и обобщения результатов гидродинамических исследований, проведенных для оценки перспектив нефтегазоносности юрских отложений исследуемой территории, возможно сделать следующие выводы:

- проявляются участки, наиболее характерные с точки зрения аккумуляции УВ в разнообразных ловушках, которые в структурном плане расположены в местах, где изолинии гидравлического напора образуют «замкнутое понижение» в пределах Газлинского, Каганского, Кульбешкакского, Кандымского поднятий и Бешкентского прогиба и прилегающих к ним территорий;

- обнаружены гидродинамические аномалии, связанные с тектоническим и литологическим экранами в районах Денгизкульского, Испанлы-Чандырского и Култакского поднятий, с формированием пьезоминимумов незамкнутой формы, являющихся благоприятными зонами для скопления и сохранения УВ-залежей.

- отмечается гидродинамическая зона с низким гидравлическим напором, выявленная вдоль Учбаш-Каршинского разлома, которая представляет собой пространство с низкой потенциальной энергией, способствующей формированию в данной зоне ловушек УВ-сырья;

- установлено наличие зон пьезоминимумов и АВПД;

- создается возможность перетока флюидов из отложений юры в меловые в районе месторождения Бузахур и Сев. Гузар.

Таким образом, с геологических позиций рассмотрение в представленном ракурсе гидродинамических особенностей подземных вод юрских отложений Бухара-Хивинского региона заслуживает внимания в качестве поискового критерия при выборе рационального направления поисково-разведочных работ на нефть и газ и обосновании прогноза нефтегазоносности отдельных площадей и участков.

Литература / References

- [1] Alekseev, V.P., Tal'-Virskij, B.B. (2000). Tektonika i perspektivy neftegazonosnosti Beshkentskogo megaproгиба. *Sbornik nauchnyh trudov OAO «IGIRNIGM»*, (79)
- [2] Kudrjakov, V.A. (1985). Neftegazonakoplenie v geogidrodinamicheskikh sistemah. *Tashkent*, 102-130

- [3] Shoimurotov, T.H. (2019). Gidrodinamicheskie osobennosti podzemnyh vod jurskih otlozhenij jugovostochnoj chasti Buharo-Hivinskogo regiona. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Aktual'nye problemy neftegazovoj geologii i innovacionnye metody i tehnologii osvoeniya uglevodorodnogo potenciala neдр»*. Tashkent
- [4] Shoimurotov, T.H., Hudojberdiev, H.F. (2017). O vozmozhnyh prichinah vertikal'noj zonal'nosti raspredelenija uglevodorodov, svjazannyh s gidrodinamicheskim rezhimom jur-skogo vodonapornogo kompleksa Beshkentskogo progiba. *Uzbekskij zhurnal nefti i gaza*, (3), 26–29
- [5] Shoimurotov, T.H. (2017). Gidrohimicheskaja zonal'nost' podzemnyh vod mezozojskih ot-lozhenij severovostochnoj chasti Karakumskoj vodonapornoj sistemy (Buharo-Hivinskij neftegazonosnyj region). *SOCAR Proceedings*, (3), 9–74
- [6] Ibragimov, A.G., Fortunatova, N.K., Sunnatov, M.S. (2013). Perspektivy otkrytija za-lezhej bessernistogo gaza v melovyh otlozhenijah Beshkentskogo progiba Buharo-Hivinskoy neftegazonosnoj oblasti. *Geologija nefti i gaza*, (3), 28–33

Бұхара-Хива аймағының Юра шөгінділерінде көмірсутектер кен орындарының қалыптасуындағы гидродинамикалық және құрылымдық-тектоникалық факторлардың рөлі

Т.Х. Шоймуратов¹, Н.Ш. Хайитов¹, С.К. Курбаниязов^{2*}

¹Геология және мұнай-газ кен орындарын барлау институты, Ташкент, Өзбекістан

²Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

*Корреспонденция үшін автор: saken_geo@mail.ru

Аңдатпа. Мақалада Бұхара-Хива мұнай-газ аймағы шегінде көмірсутек шикізат кен орындарын қалыптастыру мен сақтаудағы гидродинамикалық жағдайдың рөлі мен қабаттық сұйықтықтарды зерттеу қарастырылады. Жер асты сулары шашыраңқы ультракүлгін сәулелердің негізгі "тасымалдаушысы" болып табылады, белгілі бір геологиялық-гидрогеологиялық жағдайларда олар олардың жиналуына немесе жойылуына ықпал етуі мүмкін. Осыған байланысты геологиялық-тектоникалық процестерге байланысты сұйықтық қозғалысының сипатын зерттеу аумақтардың мұнай-газ перспективаларын бағалаудың қажетті шарты болып табылады.

Негізгі сөздер: гидродинамика, көмірсутек, кен орны, алаң, сұйықтық, қабат суы, су қысымы кешені, аймақ, гидравликалық бас, көкжиек, көші-қон.

Роль гидродинамических и структурно-тектонических факторов в формировании залежей углеводородов в юрских отложениях бухаро-хивинского региона

Т.Х. Шоймуратов¹, Н.Ш. Хайитов¹, С.К. Курбаниязов^{2*}

¹Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений, Ташкент, Узбекистан

²Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясауи, Туркестан, Казахстан

*Автор для корреспонденции: saken_geo@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается изучение пластовых флюидов и роль гидродинамической обстановки на формирование и сохранение залежей углеводородного сырья в пределах Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона. Подземные воды являются основным «транспортёром» рассеянных углеводородов, при определенных геолого-гидрогеологических условиях они могут способствовать их накоплению или разрушению. В связи с этим, изучение характера движения флюидов, обусловленных геолого-тектоническими процессами, является необходимым условием для оценки перспектив нефтегазоносности территорий.

Ключевые слова: гидродинамика, углеводород, залежь, площадь, флюид, пластовая вода, водонапорный комплекс, зона, гидравлический напор, горизонт, миграция.