

УДК 550.832 (550.853)

DOI 10.31087/0016-7894-2019-4-41-47

## Терригенно-карбонатные коллекторы юго-востока Прикаспийской впадины

© 2019 г. | Г.Ж. Жолтаев<sup>1</sup>, А.Ж. Ахметжанов<sup>2</sup>, Р.Б. Абуев<sup>3</sup>, Г.А. Ахметжанова<sup>4</sup>, Б.Б. Ораз<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, Алма-Ата, Казахстан; ignkis@mail.ru;

<sup>2</sup>Казахстанско-Британский технический университет, Алма-Ата, Казахстан; a.akhmetzhanov@kbtu.kz;

<sup>3</sup>ТОО НИИ «Каспиймунайгаз», Атырау, Казахстан; rabuyev@mail.ru;

<sup>4</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алма-Ата, Казахстан; gauhar.akhm@gmail.com; urbana12@mail.ru

Поступила 06.03.2019 г.

Принята к печати 26.04.2019 г.

**Ключевые слова:** *тектоника; структурные карты; сейсморазведка; валанжинский ярус; терригенно-карбонатные отложения; коллектор; фильтрационно-емкостные свойства; геофизические исследования.*

В связи с открытием нефтяных залежей в меловых отложениях юго-востока Прикаспийской впадины объектом пристального внимания становятся терригенные и терригенно-карбонатные нефтеносные пласты валанжинского яруса. В марте 2016 г. в Атырау прошел семинар «Новые мезозойские нефтегазоносные горизонты (особенности триаса и валанжина)», на котором обсуждались вопросы освоения мезозойских отложений в современных условиях. В статье приведено геологическое строение валанжинских отложений по некоторым месторождениям, приуроченным к Северо-Каспийско-Прорвинской зоне юга Прикаспийской впадины.

Для цитирования: Жолтаев Г.Ж., Ахметжанов А.Ж., Абуев Р.Б., Ахметжанова Г.А., Ораз Б.Б. Терригенно-карбонатные коллекторы юго-востока Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа. – 2019. – № 4. – С. 41–47. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-4-41-47.

## Terrigenous and carbonate reservoirs in the south-east of the Caspian Depression

© 2019 | G.Zh. Zholtaev<sup>1</sup>, A.Zh. Akhmetzhanov<sup>2</sup>, R.B. Abuev<sup>3</sup>, G.A. Akhmetzhanova<sup>4</sup>, B.B. Oraz<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geological sciences named after K.I. Satpaev, Alma-Ata, Kazakhstan; ignkis@mail.ru;

<sup>2</sup>Kazakh-British Technical University, Alma-Ata, Kazakhstan; a.akhmetzhanov@kbtu.kz;

<sup>3</sup>Kaspiimunaigaz, Atyrau, Kazakhstan; rabuyev@mail.ru;

<sup>4</sup>Satbayev National Research University, Alma-Ata, Kazakhstan; Казахстан; gauhar.akhm@gmail.com; urbana12@mail.ru

Received 06.03.2019

Accepted for publication 26.04.2019

**Key words:** *tectonics; depth maps; seismic exploration; Valanginian stage; terrigenous and carbonate deposits; reservoir; porosity and permeability; geophysical studies.*

In recent years, the discovery of oil accumulations in the Cretaceous deposits of Caspian Depression attracted close attention to terrigenous and terrigenous-carbonate oil-bearing formations of the Valanginian stage. New Mesozoic Hydrocarbon Bearing Horizons (Features of Triassic and Valanginian) workshop was held in March 2016 in Atyrau, where the problems of the Mesozoic deposits development in the current conditions were discussed. The paper presents certain aspects of geological structure of Valanginian formations in a number of fields associated with the North-Caspian-Prorvinsky zone in the south of the Caspian Depression. The authors also discuss a suite of core studies that included determination of grain and volume density, total and open porosity, permeability, grain size distribution, and content of carbonate component, oil, and water in the rock. Studies of core material made it possible to experimentally establish a relationship between porosity, permeability and petrophysical properties of Valanginian deposits represented by three layers, which differ in lithology, carbonate to terrigenous component ratio, and geophysical characteristics. A number of formations are identified within the Valanginian deposits, which are of interest in the context of hydrocarbon occurrence.

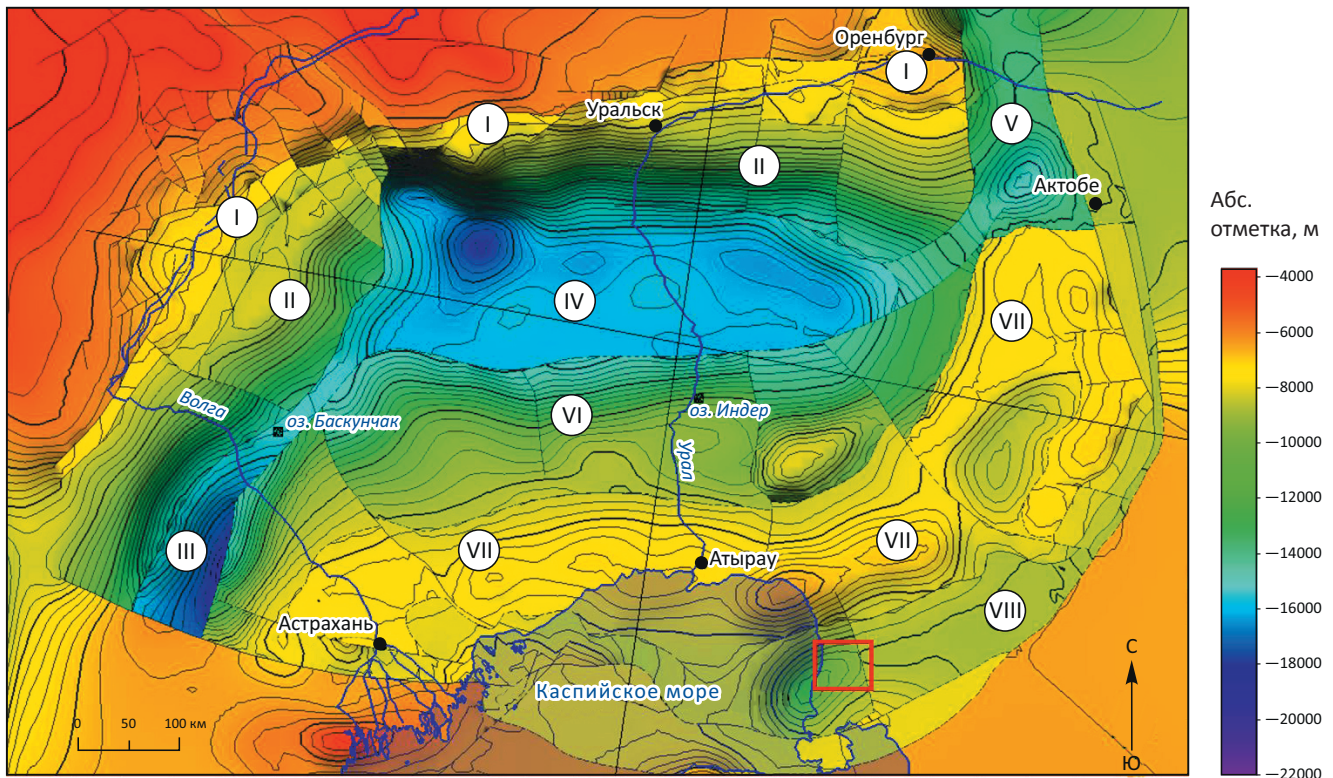
For citation: Zholtaev G.Zh., Akhmetzhanov A.Zh., Abuev R.B., Akhmetzhanova G.A., Oraz B.B. Terrigenous and carbonate reservoirs in the south-east of the Caspian Depression. *Geologiya nefi i gaza = Oil and gas geology.* 2019;(4):41–47. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-4-41-47.

Открытие нефтяных залежей в валанжинских отложениях на некоторых месторождениях, приуроченных к Северо-Каспийско-Прорвинской зоне, в пределах которой объектами поисково-разведочных работ традиционно являются подсолевой комплекс отложений и отложения юры, триаса в надсолевом комплексе, обуславливает необходимость по-новому оценить меловые отложения как с точки зрения его геологического строения, так и нефтегазоносности.

Изучаемый район расположен на юго-востоке Прикаспийской впадины, в его пределах подошва осадочного чехла погружена на глубину 7,5–12 км. В рельефе поверхности фундамента выделяются приподнятые и опущенные блоки. По схеме структурно-тектонического районирования фундамента Прикаспийской впадины изучаемая территория находится в пределах крупного структурного элемента — Тугаракчакского прогиба [1–3] (рис. 1).

## OIL AND GAS RESERVOIRS

**Рис. 1.** Схема структурно-тектонического районирования фундамента Прикаспийской нефтегазоносной провинции  
**Fig. 1.** Scheme of structural and tectonic zoning of the Basement in the Caspian Petroleum Province



**1**

**1** — район исследований

**Крупные структурные элементы:** I — северо-западная бортовая зона, II — Волгоградско-Оренбургская система моноклиналей, III — Сарпинский прогиб, IV — Центрально-Прикаспийский прогиб, V — Ново-Алексеевский прогиб, VI — Северо-Атырауская система моноклиналей, VII — Астраханско-Актыубинская система поднятий, VIII — Тугаракчакский прогиб [1]

**1** — area under the study

**Large structural elements:** I — zone of north-western shoulder, II — Volgogradsky-Orenburgsky system of monoclines, III — Sarpinsky Trough, IV — Central Caspian Trough, V — Novo-Alekseevsky Trough, VI — North-Atyrausky system of monoclines, VII — Astrakhansky-Aktyubinsky system of highs, Tugarakchaksky Trough [1]

Изучение геологического строения района начато в 1930-х гг. проведением маятниковых наблюдений, а поисковый этап — в 1954 г. выполнением площадной гравиметрической съемки. Первые сейсмические исследования рекогносцировочного площадного характера методом отраженных волн на площади работ осуществлены в 1955 г. Основные выводы о геологическом строении мезозойских отложений изучаемой территории базируются на данных сейсморазведки МОГТ-2D/3D, выполняемой с 1975 г.

Северо-Каспийско-Прорвинская зона, являющаяся перспективной в нефтегазоносном отношении по мезозойским отложениям, имеет сложное строение, обусловленное главным образом соляным тектоногенезом. В структурном плане Прорвинская группа надсолевых структур представлена цепочкой пологих антиклиналей, вытянутых в широтном направлении и приуроченных к поднятиям в солевом комплексе отложений.

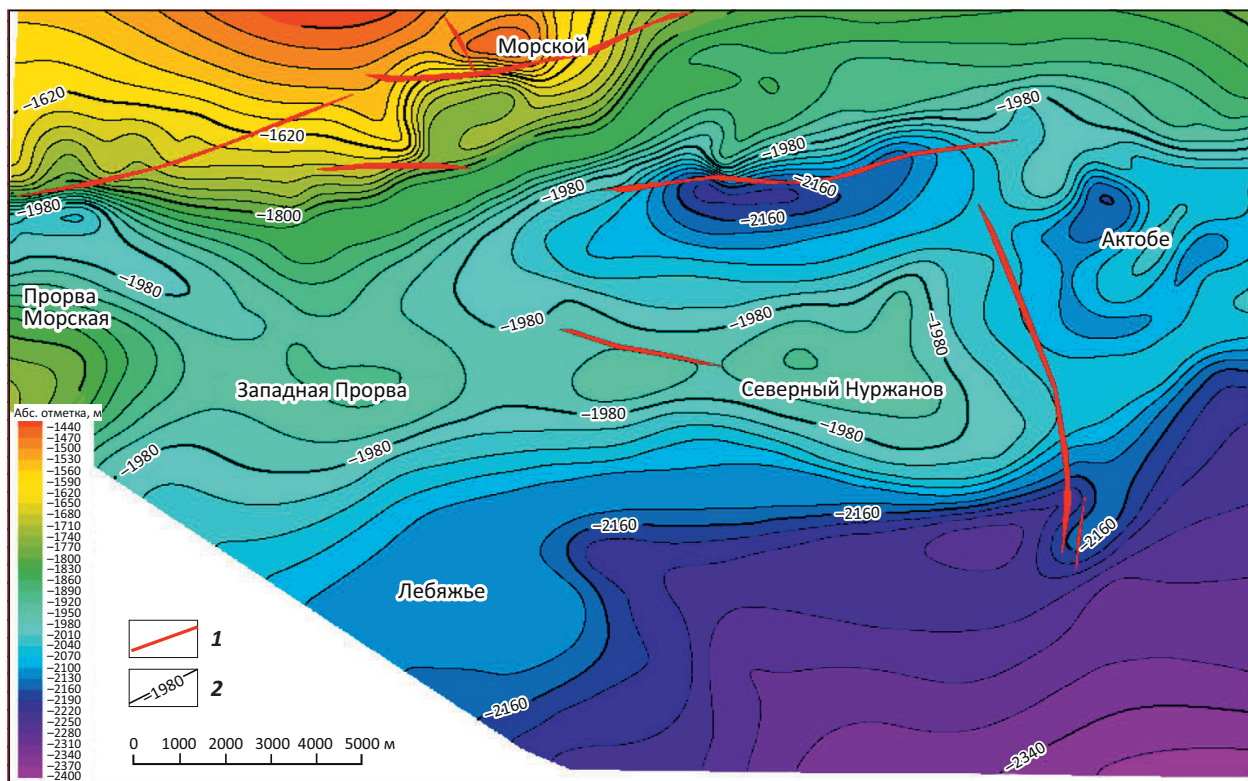
По длинной оси поднятия выделяются структуры, к которым приурочены нефтяные месторождения: Морская, Западная, Центрально-Восточная (Северный Нуржанов) Прорвы, Актобе (рис. 2). К востоку от изучаемой площади находится месторождение Кисимбай.

На месторождениях Северный Нуржанов и Кисимбай скважины вскрыли толщу палеозойских и мезо-кайнозойских отложений. В разрезе выделены породы пермской, триасовой, юрской, меловой, палеогеновой и четвертичной систем. Стратификация, литологическая характеристика разреза и толщины этих отложений сопоставлены по данным ГИС и описанию керна опорной скв. Боранколь-2.

Поисковое бурение на площади Северный Нуржанов начато в 1959 г., месторождение открыто в 1960 г. Скважиной-«первооткрывательницей» месторождения явилась Прорва Восточная-1, в келловейских отложениях которой был выявлен нефтяной



Рис. 2. Структурная схема района работ по отражающему горизонту III (по Л.А. Поповой, М.Н. Коростышевскому)  
 Fig. 2. Structural scheme of the study area over III Reflector (after L.A. Popova, M.N. Korostyshevsky)



1 — разрывные нарушения; 2 — изогипсы, м  
 1 — discontinuous faults; 2 — structure contours, m

горизонт. В дальнейшем продуктивные горизонты обнаружены в батско-байосских и триасовых отложениях. С 2001 г. проводятся исследования валанжинского горизонта.

Валанжинские отложения, вскрытые на соседних с рассматриваемыми месторождениями площадях, хорошо коррелируются между собой, при этом наблюдается их погружение в западном и юго-западном направлениях. Глубина их залегания на месторождении Кисимбай фиксируется в диапазоне 1500–1600 м, на месторождениях Досмухамбетовское и Северный Нуржанов — 1800–1990 м. При этом наиболее полный разрез валанжинских отложений, вскрытый на месторождении Северный Нуржанов, имеет толщину около 100 м, а в северо-восточном направлении она постепенно уменьшается и в среднем на месторождении Актобе достигает 70 м, Табынай — 35 м, Боранколь, Кисимбай — 25 м. При уменьшении толщины наблюдается выклинивание верхних пластов валанжинского яруса (рис. 3). В основании валанжинского яруса появляется известняковая толща, свидетельствующая о его глубоководном происхождении. Покрышкой для валанжинской залежи служит глинистая пачка готеривского яруса нижнего мела мощностью около 25–30 м [4, 5].

Однотипность разрезов валанжинских отложений по коротажным материалам позволила выделить в разрезе месторождения Северный Нуржанов три пачки пород с характерными литологическими особенностями:

- верхнюю (I) терригенную пачку валанжинского яруса толщиной 20–25 м на месторождениях Западная Прорва, Северный Нуржанов, Актобе и Досмухамбетовское. Она имеет кажущиеся сопротивления 1,5–2,5 Ом · м. По описанию шлама и керна эта часть разреза представлена глинами и песчаниками с преобладанием глин;

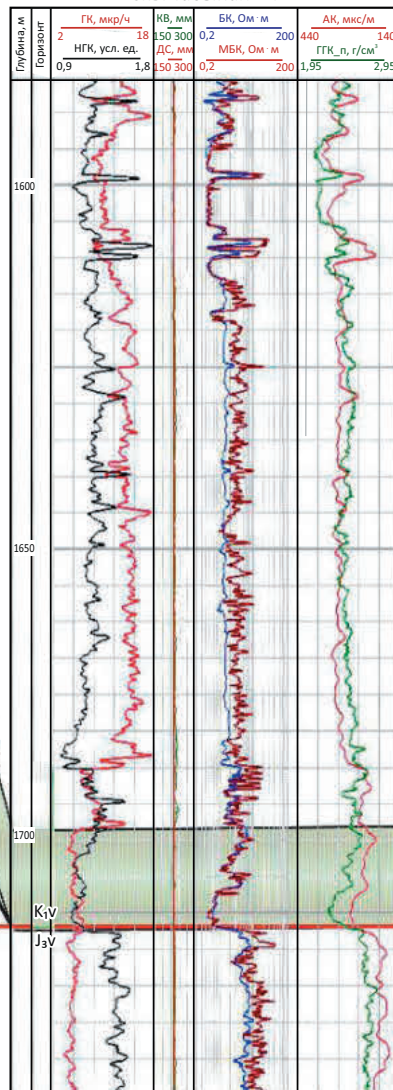
- вторую (II) терригенно-карбонатную пачку толщиной около 25 м с кажущимися сопротивлениями 3–5 Ом · м. Пачка сложена песчаниками, аргиллитами, мергелями и известняками. В карбонатном песчанике отмечается обильное содержание тонко-вкрапленного битуминозного материала в виде зерен черного и темно-бурого цвета;

- третью (III) пачку, содержащую в верхней части высокоомный пласт (15–40 Ом · м) толщиной до 10 м. По описанию шлама она сложена известняками и мергелями. В подошве повсеместно выделяется терригенно-карбонатная пачка толщиной до 25 м, характеризующаяся в верхней части кажущимися сопротивлениями 3–9 Ом · м, в нижней водонос-

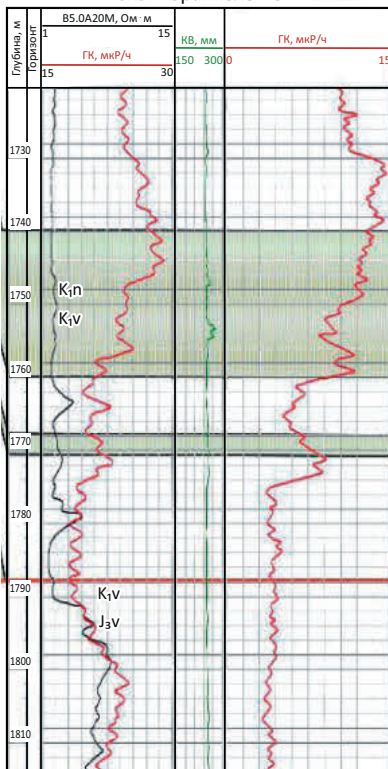




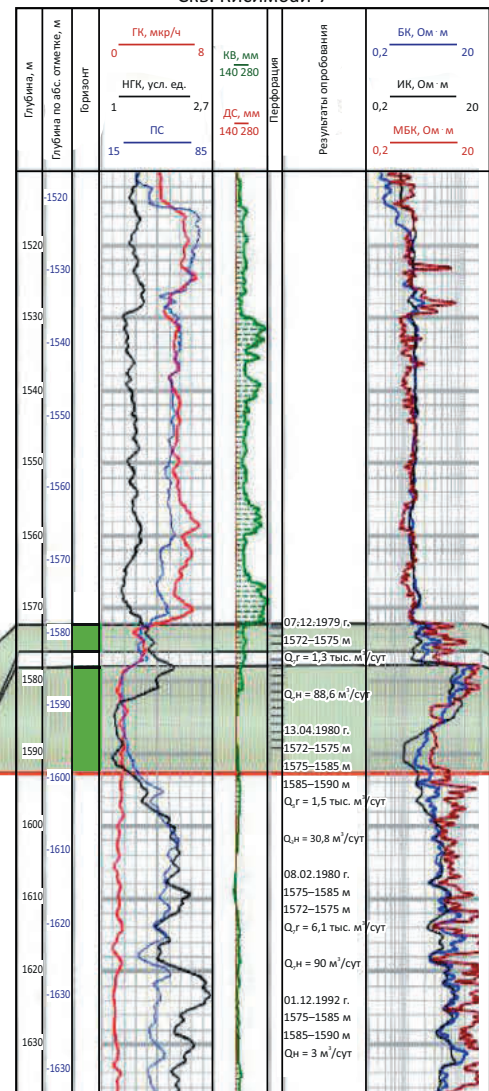
Скв. Табынай-14



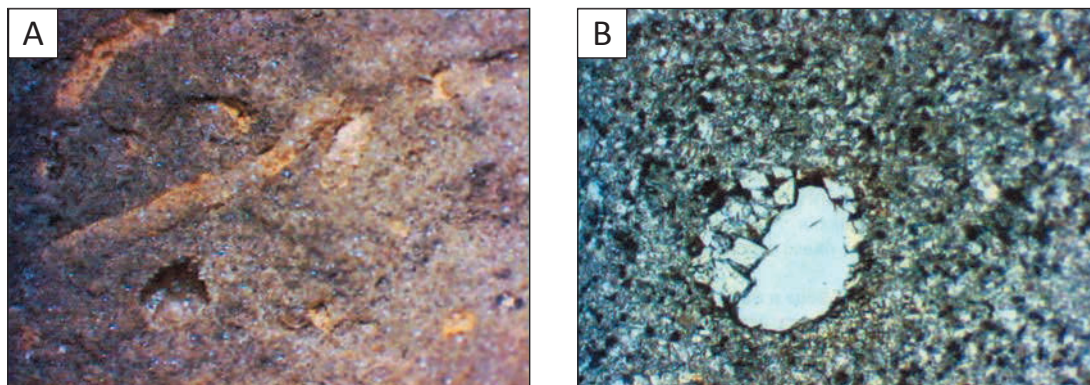
Скв. Боранколь-25



Скв. Кисимбай-7



**Рис. 4.** Доломит из валанжинских отложений месторождения Кисимбай (скв. 34, интервал 1578,7–1586,7 м)  
**Fig. 4.** Dolomite from the Kisimbai field (34 Well, interval 1578.7–1586.7 m, Valanginian formations)



A — отраженный свет,  $\times 10$ , B — проходящий свет, николи II,  $\times 50$   
 A — in reflected light,  $\times 10$ , B — in transmitted light, nicols II,  $\times 50$

ной части — 0,8–1 Ом · м. По описанию кернa разрез представлен мергелями и аргиллитами темно-серыми, черными однородными и алевритовыми, плотными, крепкими, известковистыми, частично углефицированными, с обильной примесью тонко-рассеянного битуминозного материала.

Литологический состав коллекторов валанжинского горизонта месторождения Кисимбай имеет некоторые особенности. Пласты I и II валанжинского горизонта представлены песчаниками серыми, темно-серыми, зеленовато-серыми, светло-серыми, тонко-, мелко-, среднезернистыми, полимиктовыми, глинистыми, известковистыми с включением фауны, слюдяными с включением прожилков кальцита; алевритами серыми, темно-серыми, крепкоцементированными, слабослюдистыми, глинистыми, сильноизвестковистыми. В пласте II встречается известняк темно-серый, слабослюдистый (рис. 4).

Таким образом, коллекторы валанжинского горизонта сложены породами различных типов, смешанными как в матрице, так и послойно, преимущественно карбонатными с примесью терригенного материала (алевролитов). Они имеют сложную структуру межзернового пространства, многокомпонентный состав флюида.

Выделение трех разноомных частей по каротажным материалам основано на соотношении карбонатной и терригенной составляющих, а также степени развития каверн выщелачивания и трещин. Особенности строения коллекторов месторождения Кисимбай обусловлены первичной благоприятной структурой пор и интенсивным проявлением постседиментационных преобразований (перекристаллизация, выщелачивание, доломитизация, трещинообразование, кавернообразование).

Совокупность данных позволяет считать, что в продуктивной толще валанжинского горизонта развит сложный тип коллекторов, емкость которых составляют, судя по микроскопическим описаниям, в основном поры и каверны, а фильтрация осуществляется по матричным межзерновым каналам и трещинам, о чем свидетельствует непроницаемость породы на некоторых образцах кернa при высоких емкостных параметрах ( $K_{\text{п}}$  до 20 %), т. е. развит межзерново-трещинно-кавернозный тип коллекторов с преобладанием порового типа.

Поскольку валанжинские отложения не были объектом внимания при проведении поисково-разведочных работ в пределах изучаемой зоны, керновый материал по перечисленным месторождениям имеется в ограниченном объеме, как и объем проведенных исследований в скважинах «старого фонда». Большинство эксплуатационных скважин бурили долотом большого диаметра, и часто переход диаметра долота приходился на глубину залегания валанжинского горизонта, что не позволяет считать материалы ГИС по некоторым скважинам пригодными для интерпретации в связи с разрывами записи между предыдущим и последующим каротажем.

Стратиграфическое расчленение разрезов скважин месторождений проведено на основании описания кернa и по каротажным диаграммам на основе сопоставления с разрезами скважин соседних площадей, в том числе опорной скв. Боранколь-2 (1949), в которых материалы ГИС привязаны к данным фаунистических и спорово-пыльцевых анализов кернa.

Ограниченный объем керновых данных, полученных по отложениям валанжинского яруса, обуславливает необходимость детального изучения петрографического состава пород, фациальных особенностей и увязки реперов в региональном плане.

Комплекс исследований керна по имеющимся данным включал определение минеральной и объемной плотности, полной и открытой пористости, проницаемости, содержания карбонатной составляющей, нефти и воды в породе и гранулометрический анализ. Все исследования выполнялись при атмосферных условиях [6–9].

Выполненные исследования керна позволили экспериментально установить связь между фильтрационно-емкостными и петрофизическими свойствами валанжинских отложений, представленных тремя пластами, которые различаются по литологическому составу, соотношению карбонатной и терригенной составляющих и геофизическим характеристикам.

## Литература

1. Даукеев С.Ж., Воцалевский Э.С., Шлыгин Д.А., Пилифосов В.М., Парагульгов Х.Х., Коломиец В.П., Комаров В.П. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана : в 3 т. Т. 3. Нефть и газ / Под ред. С.Ж. Даукеева. – Алматы : Национальная АН Республики Казахстан, 2002. – 248 с.
2. Жолтаев Г.Ж., Сапарбекова Б.М., Касымова Н.К., Битеутова С.А. Геодинамические условия формирования месторождений нефти и газа в надсолевом комплексе на юге Прикаспийской синеклизы // Проблемы и перспективы развития геологического кластера : тр. международной науч.-практ. конф. Т. 1. – Алматы : КазНТУ, 2014. – С. 45–48.
3. Ескожа Б.А. Особенности строения и перспективы нефтегазоносности триасового комплекса юга Прикаспийской впадины // Известия НАН РК. Серия Геологическая. – 2008. – № 4. – С. 38–48.
4. Ескожа Б.А., Воронов Г.В., Куантаев Н.Е., Трохименко М.С., Шудабаяев К.С., Маджанов К.К. Результаты и направления дальнейшей реализации нефтегазового потенциала надсолевых отложений Южно-Прикаспийской впадины. Нефть и Газ // Известия НАН РК. Серия Геологическая. – 2007. – № 6. – С. 34–50.
5. Дальян И.Б., Булекбаев З.Е. Поиски залежей нефти в надсолевых отложениях востока Прикаспия // Геология нефти и газа. – 1993. – № 1. – С. 8–13.
6. Жданов М.А., Лисунов В.Р., Гришин Ф.А. Методика и практика подсчета запасов нефти и газа. – М. : Недра, 1967. – 403 с.
7. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом / Под ред. В.И. Петерсилье, В.И. Пороскуна, Г.Г. Яценко. – М., Тверь : ВНИГНИ, НПЦ «Тверьгеофизика», 2003. – 261 с.
8. Дакнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения горных пород. – М. : Недра, 1975. – 344 с.
9. Обработка и интерпретация данных промысловых геофизических исследований на ЭВМ : Справочник / Под ред. Н.Н. Сохранова. – М. : Недра, 1989. – 240 с.

## References

1. Daukeev S.Zh., Votsalevskii E.S., Shlygin D.A., Pilifosov V.M., Paragul'gov Kh.Kh., Kolomiets V.P., Komarov V.P. Deep structure and mineral resources of Kazakhstan : in 3 volumes [Glubinnoe stroenie i mineral'nye resursy Kazakhstana : v 3 t.]. In: S.Zh. Daukaeev, ed. V. 3. Neft i Gaz. Almaty: Natsional'naya AN Respubliki Kazakhstan; 2002. 248 p.
2. Zholtaev G.Zh., Saparbekova B.M., Kasymova N.K., Biteutova S.A. Geodynamic conditions of oil and gas fields formation in the above-salt series in the south of the Caspian Syncline [Geodinamicheskie usloviya formirovaniya mestorozhdenii nefiti i gaza v nadsolovom komplekse na yuge Prikaspiiskoi sineklizy]. In: Problemy i perspektivy razvitiya geologicheskogo klastera : tr. mezhdunarodnoi nauch.-prakt. konf. V. 1. Almaty: KazNTU; 2014. pp. 45–48.
3. Eskozha B.A. Structural features and petroleum potential of the Triassic series in the south of the Caspian Syncline [Osobennosti stroeniya i perspektivy neftegazonosnosti triasovogo kompleksa yuga Prikaspiiskoi vpadiny]. *Izvestiya NAN RK. Seriya Geologicheskaya*. 2008;(4):38–48.
4. Eskozha B.A., Voronov G.V., Kuantaev N.E., Trokhimenko M.S., Shudabaev K.S., Madzhanov K.K. Results and trends of future unlocking of petroleum potential of the above-salt series in the South-Caspian Depression. Oil and Gas. [Rezultaty i napravleniya dal'neishei realizatsii neftegazovogo potentsiala nadsolovykh otlozhenii Yuzhno-Prikaspiiskoi vpadiny. Neft i Gaz]. *Izvestiya NAN RK. Seriya Geologicheskaya*. 2007;(6):34–50.
5. Dal'yan I.B., Bulekbaev Z.E. Prospecting for oil accumulations in the above-salt series of the eastern Caspian [Poiski zalezhei nefiti v nadsolovykh otlozheniyakh vostoka Prikaspiya]. *Geologiya nefiti i gaza = Oil and gas geology*. 1993;(1):8–13.
6. Zhdanov M.A., Lisunov V.R., Grishin F.A. Methodology and practice of oil and gas reserves assessment [Metodika i praktika podscheta zapasov nefiti i gaza]. Moscow: Nedra; 1967. 403 p.
7. Recommended practices for oil and gas original in-place reserves assessment using volumetric method [Metodicheskie rekomendatsii po podschetu geologicheskikh zapasov nefiti i gaza ob'emnym metodom]. In: V.I. Petersil'e, V.I. Poroskuna, G.G. Yatsenko, eds. Moscow–Tver: VNIGNI, NPTs «Tver'geofizika»; 2003. 261 p.
8. Dakhnov V.N. Geophysical methods of determining reservoir properties and hydrocarbon saturation of the rocks. [Geofizicheskie metody opredeleniya kollektorskikh svoystv i neftegazonasycheniya gornykh porod]. Moscow: Nedra; 1975. 344 p.
9. Processing and interpretation of production logging data using computers: a handbook [Obработка i interpretatsiya dannykh promyslovykh geofizicheskikh issledovaniy na EVM : Spravochnik]. In: N.N. Sohranova, ed. Moscow: Nedra; 1989. 240 p.