

2. Kachinskas, I. V., Karymova, M. V. Studying the influence of zeolites on the reliability of determining petrophysical parameters of reservoirs of Neocomian deposits of the Zapolyaron field. *Territory Neftegaz*, 2013, no. 5, pp 50–55.

3. Korobov, A. D., Korobova, L. A., Akhlestina, E. F. Mineral associations of hydrothermal change products are the key to understanding the occurrence of decompression zones and phase zoning of hydrocarbons (by the example of Western Siberia). *Izvestia Saratov University*, 2008, vol. 8, iss. 1, pp 42–50.

4. Korovina, T. A., Kropotova, E. P. Secondary processes in terrigenous reservoirs of the West Siberian oil and gas complex. *Mineral indicators of lithogenesis: Materials of the Russian meeting with international participation*. Syktyvkar, Geoprint Publ., 2011, pp. 271–273.

5. Kossovskaya, A. G. Genetic types of zeolites of stratified formations. *Lithology and minerals*, 1975, no. 2, pp. 23–44.

6. Mukhidinov, Sh. V., Belyakov, E. O., Zhukovskaya, E. A., Ibragimova, S. V. Source: Magazine " Features of the petrophysical support for the interpretation of well logs in the context of terrigenous rocks with zeolite-containing sandstones of the Tazovsky region of Western Siberia. *Geophysics*, October, 2018.

7. Podnebesnich, A. V., Zhukovskaya, E. A., Ovchinnikov, V. P. Zeolites of the Lower Cretaceous reservoirs of the Messoyakha group of deposits (Western Siberia). *News of higher educational institutions. Oil and gas*, 2014, no. 3, pp. 32–39.

8. Weitkamp, J., Hunger, M. Introduction to Zeolite Science and Practice. Ed. by J. Ceika, H. van Bekkum, A. Corma, F. Schuth. *Stud. Surf. Sci. Catal.*, 2007, vol. 168, p. 787.

ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АСТРАХАНСКОГО СВОДА

Федорова Надежда Федоровна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: nadezhda.fedorova.59@inbox.ru

Актуальность работы обусловлена научным обоснованием материалов геологоразведочных работ, проводимых в северо-восточной части Астраханского свода. Целью исследования является анализ данных сейсморазведочных работ и бурения поисковых скважин для обоснования перспективности района с целью поиска и разведки месторождений полезных ископаемых. Методология изучения проводилась на основе изучения и обработки данных материалов полевой геофизики – сейсморазведки и бурения поисковых скважин, а также ядерного и шламового материалов. Автором были изучены геологические разрезы по всем пробуренным поисковым скважинам Харабалинско-Еленовской зоны поднятий и привлечены материалы обработки данных сейсморазведки для выделения первоочередных объектов перспективных для их дальнейшего изучения. Таким образом, для северо-восточной части Астраханского свода получен предварительный фактический материал о возрасте, составе и распространении типов пород подсолевых комплексов палеозоя.

Ключевые слова: Астраханский свод, Харабалинско-Еленовская зона поднятий, Заволжский прогиб, подсолевые отложения, биогермные образования

PROSPECTS FOR GEOLOGICAL EXPLORATION IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE ASTRAKHAN ARCH

Fedorova Nadezhda F., Ph. D. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, lecture e-mail: nadezhda.fedorova.59@inbox.ru

The relevance of the work is due to the scientific substantiation of the materials of geological exploration carried out in the North-Eastern part of the Astrakhan arch. The purpose of the study is to analyze the data of seismic exploration and drilling of search wells to justify the prospects of the area for the purpose of search and exploration of mineral deposits. The study methodology was based on the study and processing of data from field Geophysics materials – seismic exploration and drilling of search wells, as well as core and slurry materials. The author studied the geological sections for all

the drilled search wells of the Kharabalinsk-Elenovskaya uplift zone and used materials from seismic data processing to identify priority objects that are promising for their further study. For the North-Eastern part of the Astrakhan arch, preliminary factual material on the age, composition and distribution of rock types of Paleozoic subsalt complexes was obtained.

Keywords: Astrakhan vault's Remote-elenovskaya area uplifts, the Volga basin, subsalt sediments, bioherm formation

Объектом геологоразведочных работ на северном и северо-восточном обрамлениях Астраханского свода явилась Харабалинско-Еленовская зона протяжённостью 150 км. В её пределах сейсморазведкой закартировано ряд локальных поднятий, представляющих собой по первоначальному прогнозу биогермные (рифовые) образования, что получило своё подтверждение открытием каменноугольного рифа на Табаковской площади. Размеры поднятий составляют 10–20 км². Наиболее крупной структурой является Еленовский вал (рис.).

По данным ВСП, по отражающему горизонту I П по профилю запад-восток наблюдается резкое падение горизонта в западном направлении. Свод структуры расположен в интервале 1 350–900 м. В восточном направлении намечается подъём, который может быть вызван соляным куполом. Еленовская структура имеет блоковое строение. Зоны нарушения выделяются как на меридиональном, так и на широтном профилях.

Можно предположить доминирующую роль гравитационно-разломной тектоники в бортовых зонах Астраханского свода, к которой приурочена Еленовская структура. Не исключено, что рассматриваемая структура является одним из структурных элементов крупной валообразной структуры, осложняющей северо-восточный склон Астраханского свода вдоль его восточного крыла с перспективой развития этой структуры в южном и северном направлениях. Не исключён вариант концентрического расположения ряда валообразных поднятий, контролирующих склоны Астраханского свода.

Еленовское локальное поднятие представляет собой структуру субширотной ориентировки. В пределах структуры первоначально выделялись три небольших по размерам обособлённых вершины, связанных с биогермными постройками. Наиболее высокое гипсометрическое положение поверхности башкирских отложений отмечалось на центральной вершине, где и была пробурена поисковая скважина 2 Еленовская.

Результатом бурения скважины 2 Еленовская, явилось открытие продуктивной залежи. Для определения её площади и получения подсчётных параметров в южной части структуры была заложена разведочная скважина № 4.

По данным бурения скважин, переинтерпретации сейсмических материалов и результатов ВСП в настоящее время структура по горизонту I П представляет собой вытянутую в субширотном направлении складку. Поверхность складки сложена двумя изолированными вершинами, разделенными небольшой седловиной.

Обе вершины оконтурены изогипсами минус 3 900 м. Западная вершина несколько выше восточной. Ориентировка вершин северо-западная. Обе вершины объединены общим контуром по изогипсе минус 4 100 м, имеющая размер 6 × 3,5 км и амплитуду 200–250 м.

Скважина 2 Еленовская пробурена в своде западного блока с абсолютной отметкой кровли подсолёных отложений минус 3 852 м. Из комплекса среднекаменноугольных в скв. 2 Еленовской присутствуют только отложения краснополянского горизонта. Это свидетельствует о длительном и устойчивом воздымании Еленовского вала в конце среднекаменноугольного и в предкунгурское время.

Поисковая скважина 3 Еленовская пробурена на востоке складки с отметкой минус 4 047 м, а в пределах южного крыла пробурена разведочная скважина 4 Еленовская с отметкой кровли продуктивного горизонта минус 4 042 м.

Отложения *юрской системы* с размывом залегают на породах триаса. В основании отмечается толща пород, представленных песчаниками и алевролитами с редкими прослоями глин (репер Ri). В целом разрез может быть охарактеризован как терригенный, лишь верхнюю часть (оксфордский ярус) слагают доломиты и известняки органогенно-обломочные, с прослоями тёмно-серых карбонатных глин. Толщина юрских отложений 504 м.

Триасовая система представлена верхним, средним и нижним отделами.

Отложения *среднего и верхнего отделов* залегают трансгрессивно на подстилающих образованиях. Литологически они представлены серыми и голубовато-серыми глинами, алевролитистыми, с прослоями и пачками светло-серых известняков и плотных мергелей (нижняя часть). Верхняя часть сложена пёстроцветными глинами с прослоями песчаников и алевролитов. Общая толщина верхнего и среднего отделов по площади 165 м.

Нижний отдел подразделяется на ветлужскую и баскунчакскую серии, соответствующие индскому и оленекскому ярусам, представленные терригенными разностями (нижняя часть) с увеличением карбонатности вверх по разрезу. Толщина нижнетриасовых отложений в скважине 2 составляет 1 592 м, в скважине 4 – 604 м, в скважине 3 – 148 м.

Отложения *верхней перми* выделены в скважинах 2 и 4 Еленовских и представлены преимущественно глинами и аргиллитами кирпично-красными, шоколадными, пёстроцветными, с прослойками и линзами алевролитов и песчаников. Толщина пород достигает 131–111 м.

Нижнепермские отложения кунгурского яруса представляет собой мощную галогенную формацию Прикаспийской впадины. Подразделяется на две части: нижнюю карбонатно-терригенно-сульфатную (филипповский горизонт) и верхнюю галогенно-сульфатную (иреньский горизонт), сложенную галитом с редкими прослоями ангидритов. Общая толщина пород яруса колеблется от 202 м (скв. 2) до 2 325 м (скв. 3).

Сакмаро-артинские отложения нижней перми регионально перекрывают карбонаты башкирского яруса. Представлены переслаиванием тёмно-серых, чёрных, битуминозных аргиллитов, доломитов, глинистых известняков. Аргиллиты тонкогоризонтально-слоистые с прослойками кремнисто-гидрослюдистой породы зеленовато-серого цвета, участками с небольшими зеркалами скольжения по субвертикальным коротким трещинам. Известняки и доломиты пелитоморфные, глинистые, участками окремнелые.

Толщина комплекса составляет 21–54 м, что значительно меньше, чем на Астраханском своде. Мощность сокращена за счёт выпадения из разреза нижних пластов комплекса. Этот факт, а также отсутствие прикамского и северо-кельтменского горизонтов башкирского яруса свидетельствуют о том, что в период предпермского размыва Еленовская структура занимала более высокое по сравнению со сводом гипсометрическое положение.

Отложения *башкирского яруса среднего отдела каменноугольной системы*, вскрытые в скважине 2 Еленовской, маломощные, сильно размыты и представлены лишь породами краснополянского горизонта. Сложены известняками тёмно-серыми до чёрных, крепкими, трещиноватыми, слюдистыми, с включениями органогенного материала, с тонкими прослоями глин и доломитов. В основании отмечается прослой известковистого гравелита и конгломератов, сцементированных кремнисто-глинистым материалом.

Из органических остатков встречены обломки водорослей, раковины остракод, фораминифер, из последних определены: *Tuberitina* sp., *Tolyppamina* sp., *Eostaffella psendostruvei* chomatifera kir., *Glimacammina*, *Globivalvulina minira* Raitl., *Azchaediesas pscudomoelleri* Pauss.

Толщина башкирских отложений на месторождении по скважине 3 – 60 м, скважине 4 – 114 м.

Каменноугольные отложения нижнего отдела представлены серпуховским и визейским ярксами.

Отложения *серпуховского яруса* представлены толщей известняков тёмно-серых до чёрных, массивных, крепких, с раковистым изломом, слаботрещиноватых, участками плитчатых, с горизонтальными трещинами, с прослоями аргиллитов зеленовато-серых, тонкослоистых, пиритизированных. Следует отметить, что в известняках серпуховского яруса, отобранных из интервала 3 980–3 974 м скважины 2 Еленовская, Л. Н. Иванова (НВНИИГГ) отмечает остатки кораллов, что может свидетельствовать об их рифогенном генезисе.

Встречаются органические остатки: обломки члеников криноидей, гастроподы, остракоды, фораминиферы, из последних определены: *Endothyra similis* Raus., *Pseudoendothyra* sp., *Endothyra similis* Raus., *Eostaffellana* cf. *paraprotvae* Raus., *Eostaffellana protvae* Raus., *Globivalvulina* sp.

Толщина пород яруса составляет 63 м (скв. 2).

Отложения *визейского яруса* в объёме веневско-михайловского, алексинского, тульско-бобриковского горизонтов в составе окского надгоризонта пройдены скважиной 2 Еленовская на глубину более 500 м. Породы представлены плотными известняками с прослоями битуминозно-глинистого вещества, глин и доломитами серыми с коричневатым оттенком, широко развиты обломочные и биохомогенные разновидности. Для нижней части горизонта характерна перекристаллизация доломитов. Верхний интервал толщиной около 200 м обладает улучшенными коллекторскими свойствами.

Встречены органические остатки: обломки члеников криноидей, фрагменты брахиопод, водоросли *Koninchoroga*, фораминиферы: *Endothyranopsis crassa* (Brady), *Endothyranopsis crassa sphaericus* (Raus) et Reitl., *Endothyra similis* Raus. Et Reitl., *Bradyina rotula* Eichw., *Eostaffella proikensis* *Paleotextularia* sp.

Вскрытая толщина отложений визейского яруса составляет 546 м.

По данным сейсмических исследований, в зоне сочленения Заволжского прогиба и северного склона Астраханского свода намечается единый карбонатный массив, внутри которого возможно развитие рифогенных построек.

Продуктивные залежи приурочены к верхневизейско-башкирскому комплексу. В нём можно выделить два подкомплекса – нижний и верхний. Перспективность нижнего подкомплекса связана с высокопоровыми породами-коллекторами алексинского горизонта. Фильтрационно-ёмкостные свойства пород определяются высокой степенью доломитизации известняков и их выщелачиванием. Покрышкой этого подкомплекса являются плотные глинистые известняки михайловско-веневского и терригенно-карбонатные отложения серпуховского возрастов [4].

Башкирский карбонатный подкомплекс характеризуется наличием АВПД с коэффициентом аномальности 1,54, невыдержанностью ФЕС по площади и глубине.

В скважине 4 Еленовской интервал залегания башкирского яруса характеризуется, по данным ГИС, наличием доломитизированных пропластков с пористостью до 8–10 %.

Перспективы Еленовской площади обусловлены активностью зональных тектонических движений, что привело к повсеместному запечатыванию седиментационных пор и ограничению проявлений процессов растворения и выноса материалов. Сформировавшийся коллектор характеризуется наличием остаточных мелких пор с плохой сообщаемостью. Отмечается закономерное её снижение для всех литогенетических типов пород на 39 %. Широкое развитие получила вторичная нетекстурно-образующая (трещинная) пористость в виде литогенетических горизонтальных и субгоризонтальных трещин. В отдельные периоды времени происходило формирование каверновой пористости [2].

Результаты бурения скважины 3 Еленовской позволяют констатировать, что скважиной вскрыт разрез подсолевых отложений на кругом погружении их поверхности северо-восточнее свода структуры. Открытая залежь, по всей вероятности, массивная, с единым контактом и упруго-водонапорным режимом.

Данные визуального изучения керна из интервала 4 067–4 072 м скважины 3 Еленовской демонстрируют приуроченность разреза к зоне тектонического нарушения, что даёт возможность предположить дизъюнктивно-пликативную модель строения структуры с развитием зон трещиноватости по схеме, аналогичной развитой на структуре АГКМ.

Размыв карбонатных отложений в предраннепермское время, затронув, естественно, и прибортовую часть Астраханского свода, сформировал рельеф поверхности каменноугольных отложений, где возможно развитие локальных зон, образованных в результате провалов при размыве карбонатных отложений, возникновение зон бронирования рельефа, локальных зон развития карстовых процессов.

Поскольку Еленовская структура интерпретируется как рифогенное образование (о чём также свидетельствуют обломки кораллов, отмеченные в керне), дальнейшее изучение позволит дифференцировать её строение в соответствии с одной из схем развития рифогенного тела и построить литологическую модель строения структуры.

Помимо указанных выше, большие перспективы обнаружения залежей УВ связаны с нижнепермскими и каменноугольными отложениями Заволжского прогиба. Здесь сейсморазведочными работами были выявлены Филинская и Альтернативная структуры.

Филинская структура по сейсмическому отражающему горизонту представляет собой сложное по строению поднятие, разделённое двумя тектоническими нарушениями субширотной ориентировкой на северный и южный блоки. Северный блок по изогипсе минус 5 600 м имеет размеры $10 \times 1,0-1,5$ км, амплитуду 200 м. Большая по площади часть структуры представлена южным блоком. По той же изогипсе (минус 5 600 м) он протягивается на расстояние 14–15 км. Ширина его составляет 2,0–2,5 км, амплитуда 200 м. Глубина залегания перспективных отложений составляет 5 400 м.

Для подготовки Филинского поднятия к глубокому бурению потребуются выполнения детальных сейсмических работ с высокой разрешающей способностью (2D и 3D).

Альтернативная структура выявлена редкой сетью сейсмических профилей при изучении Харабалинской площади. В структурном отношении она представляет собой поднятие, имеющее в плане форму, близкую к изометрической. Размер её по изогипсе минус 5 500 м составляет $6,0 \times 4,0$ км, амплитуда более 150 м. С запада поднятие осложнено тектоническим нарушением. Глубина залегания перспективных пород составляет 5 400 м. Для детализации структурного плана здесь также потребуется производство сейсморазведочных работ.

Эти структуры являются локальными осложнениями единого более крупного объекта седиментационной природы – подводный конус выноса глубоководной котловины – Центрально-Прикаспийской депрессии. Таких конусов много. В современной структуре они представляют собой крупные валообразные поднятия протяжённостью от первых десятков до сотни километров и амплитудой до 1 000 м, перекрытые соленосной толщей кунгура [1].

Следующим, не менее перспективным, является Селитренно-Харабалинский участок. Он протягивается в северо-восточном направлении от р. Ахтубы до границы Астраханского свода и Заволжского прогиба на расстояние 35 км. В среднем его ширина составляет 6 км. На юго-западном фланге он ограничивается Селитренной, а на северо-востоке – Харабалинской структурой.

Развитие барьерных рифов прогнозируется вдоль северной и северо-западной части Харабалинско-Еленовской зоны. Наличие таких построек может быть обнаружено здесь по всему разрезу, начиная с серпуховских и заканчивая верхнедевонскими образованиями. Эта территория относится к высоперспективной области [3].

Помимо этого прогнозируется развитие различных форм ловушек, например однокрылых (структурные носы, террасы и др.) на склоновых участках Астраханского свода и на склонах крупных поднятий внутри самого свода. Возможны ловушки литологических и стратиграфических типов.

Список литературы

1. Астраханский карбонатный массив: Строение и нефтегазоносность / под ред. Ю. А. Воложа, В. С. Парасыны. – Москва : Научный мир, 2008. – 221 с.
2. Косачук, Г. П. Нефтегазоносность Астраханского свода. Обзорная информация / Г. П. Косачук // Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. – Москва, 2004. – 95 с.
3. Федорова, Н. Ф. Цикличность осадконакопления и нефтегазоносность отложений осадочного чехла Астраханского свода. Обзорная информация / Н. Ф. Федорова, В. А. Григоров // Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. – Москва, 2004. – 63 с.
4. Федорова, Н. Ф. Типы разрезов девонских и нижнекаменноугольных отложений Астраханского свода как отражение условий осадконакопления / Н. Ф. Федорова // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2004, октябрь. – Вып. 40. – С. 45–51.

References

1. *Astrakhan carbonate massif: Structure and oil and gas content*. Ed. by Yu. A. Volozh, V. S. Parasyana. Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2008, 221 p.
2. *Kosachuk, G. P. Oil and gas potential of the Astrakhan arch. Overview information. Geology and exploration of gas and gas condensate fields*. Moscow, 2004, 95 p.
3. *Fedorova, N. F., Grigorov, V. A. Cyclicity of sedimentation and oil and gas content of sedimentary cover deposits of the Astrakhan arch. Overview information. Geology and exploration of gas and gas condensate fields*. Moscow, 2004, 63 p.
4. *Fedorova, N. F. Types of sections of Devonian and lower Carboniferous deposits of the Astrakhan arch as a reflection of sedimentation conditions. The bowels of the Volga region and the Caspian sea*. 2004, October, vol. 40, pp. 45–51.

СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Серебряков Андрей Олегович, старший преподаватель, магистр, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: Geologi2007@yandex.ru

Лямина Наталья Федоровна, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: nataliagty@mail.ru

Нурмакова Жанна Ибрагимовна, доцент, кандидат биологических наук, Астраханский государственный технический университет, Российская Федерация, 414056, ул. Татищева, 16, e-mail: nurmak@yandex.ru

Курсанов Даниил Викторович, студент, Астраханский государственный технический университет, Российская Федерация, 414056, ул. Татищева, 16, e-mail: danyakirsanoff@yandex.ru

В настоящее время большое внимание уделяется сокращению затрат на геологоразведочные работы (ГРП). Большинство месторождений находятся на последних стадиях разработки, где рентабельность работ очень низкая. На этих этапах необходимо не только сокращение затрат, но и разработка и применение эффективных технологий, которые позволят продолжить освоение сырья на приемлемой рентабельности и развивать геологоразведочную промышленность России. Целью данной работы является обоснование технологий снижения затрат при одновременно-раздельной разведке и освоении нескольких горизонтов с помощью пакерного оборудования высокого качества. Такие технологии ГРП позволяют сократить объёмы бурения за счёт использования ствола одной скважины, сократить объёмы строительства инфраструктуры месторождений, повысить экономическую рентабельность эксплуатации освоенных месторождений и др.

Ключевые слова: геологоразведочные работы, технологии, эффективность, сырьё, скважина, освоение