

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА МЕЗОКАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ДЖАРЛЫ-СААТЛИНСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

В. Ш. Гурбанов, Н. Р. Нариманов, Л. А. Султанов, М. С. Бабаев

Geological structure and reservoir properties of meso-cenozoic deposits of Dzharly-Saatli oil and gas region at great depths

V. Sh. Gurbanov, N. R. Narimanov, L. A. Sultanov, M. S. Babaev

The paper presents the results of comprehensive petrophysical studies of rock samples. Meso-Cenozoic sediments taken from drilled exploratory wells and geological material of areas of Dzharly-Saatli oil and gas region, with widespread productive strata deposits (PT-Lower Pliocene) that have defined reservoir properties. Authors conducted the studies in the atmospheric and thermodynamic conditions and carried out an analysis of the interpretation of reservoir properties of sedimentary and igneous rocks from the deep exploration wells of areas of Dzharly-Saatli petroleum district. The analysis and interpretation of geological, geophysical and petrophysical materials established that oil and gas bearing reservoirs are mainly related to fractured, by volcanic-sedimentary and carbonate rocks. These brief petrophysical rocks characteristics of the crust sections in Dzharly-Saatli oil and gas region show that all kinds of rocks are characterized by an identical composition, the same degree of metamorphism. Based on the tabulation authors has prepared petrophysical graph showing the change in porosity of the section. The graph shows that with depth, rock porosity decreases with the increase of density and velocity of propagation of ultrasonic waves. The study established dependencies between the physical parameters for individual rocks species, depending on the physical properties and material composition of the rock. *Keywords:* deposits sands, marine, paleogene, origin, formation, section.

Keywords: rocks; formation; porosity; depth; slit; density; petrophysics; horizon; drilling; geophysics; petroleum accumulation.

В работе приведены результаты комплексных петрофизических исследований образцов пород мезокайнозойских отложений, взятых из пробуренных поисково-разведочных скважин и геологического материала площадей Джарлы-Саатлинского нефтегазоносного района, где широко распространены отложения продуктивной толщи (ПТ-нижний плиоцен), и определены их коллекторские свойства. Исследования проводились в атмосферных и термодинамических условиях. Осуществлен также анализ интерпретации коллекторских свойств осадочных и магматических пород из глубоких разведочных скважин площадей Джарлы-Саатлинского нефтегазоносного района. В результате анализа и интерпретации геолого-геофизических и петрофизических материалов установлено, что к нефтегазоносным коллекторам относятся в основном трещиноватые вулканогенно-осадочные и карбонатные породы. Приведенные краткие петрофизические характеристики пород разреза земной коры в Джарлы-Саатлинском нефтегазоносном районе показывают, что все разновидности пород характеризуются идентичным составом, одинаковой степенью метаморфических преобразований. На основании составленной таблицы был подготовлен петрофизический график, отражающий изменение пористости пород по разрезу. Как видно из графика, с глубиной пористость пород уменьшается с повышением плотности и скоростей распространения ультразвуковых волн. Установлены зависимости между физическими параметрами для отдельных разновидностей пород, в зависимости от физических свойств и вещественного состава породы. Исследования проводились в атмосферных и термодинамических условиях.

Ключевые слова: породы; свита; пористость; глубина; скважина; плотность; петрофизика; горизонт; бурение; геофизика; нефтегазонакопление.

Южно-Каспийская мегавпадина (ЮКВ), в состав которой входит большая часть территории Азербайджанской Республики, является одной из потенциально богатейших нефтегазоносных территорий региона. Освоение нефтегазовых ресурсов этих территорий может оказать весьма существенное влияние на дальнейшее развитие экономики не только Азербайджана, но и ряда европейских государств.

Изучение вещественного состава, строения и коллекторских свойств пород на различных глубинах с помощью сверхглубинного бурения открывает широкие перспективы для разработки методов надежной геологической интерпретации результатов сейсмических и других методов геофизических исследований с целью выявления скоплений нефти и газа.

В геологическом строении Джарлы-Саатлинского нефтегазоносного района Средне-Куринской впадины принимают участие отложения четвертичной системы, апшерона, ачкагыла, продуктивной толщи (верхний плиоцен ПТ), сармата, чокрака, майкопской серии, меловые породы и вулканогенные образования мелового возраста.

Установлено, что с юго-запада на северо-восток происходит постепенное уменьшение мощностей отдельных стратиграфических подра-

зделений, последовательное выклинивание более нижних горизонтов олигоцен-миоцена. Мезозойская структура облегающая Кюрдамирского выступа кристаллического основания подвергалась длительному размытию (от апта до сармата) в повышенной её части, что способствовало разрушению и перестроению содержащихся в них скоплений нефти и газа [1, 2].

Как показали данные бурения скважин, площади Сор-сор и Караджалы, расположенные на северо-западном продолжении Кюрдамирского выступа, имеют геологическое строение, идентичное всей этой тектонической зоне. Однако при этом геологическое строение структурной зоны Джарлы-Сор-сор-Караджалы существенно отличается от Мурадханлинского поднятия, а вулканогенные образования на площадях Джарлы и Сор-сор не имеют непосредственного контакта с нефтегазопродуцирующими свитами палеоген-неогеновой системы.

Перспективы дальнейших поисков залежей нефти и газа связаны с северо-восточным склоном выступа, где при благоприятных структурно-фациальных условиях могут быть обнаружены залежи в коре выветривания, а также и литологические и стратиграфические залежи в большом диапазоне осадочных мезокайнозойских образованиях, облегающих выступ.

Результаты интерпретации материалов, петрофизических данных ГСЗ, КМПВ и гравиметрии показали, что строение земной коры в пределах Кюрдамирского выступа может быть представлено в виде приподнятого блока с глубиной залегания поверхности кристаллических пород в 7–8 км и с граничной скоростью от 6,0 до 7,3 км/с. Как следует из глубины залегания поверхности кристаллического фундамента, мощность осадочной толщи в пределах Кюрдамирского выступа изменяется в пределах 7–8 км.

Результаты изучения коллекторских характеристик более чем в тысяче образцов керна в этом районе, увязанные с данными промысловой геофизики, были ранее довольно подробно описаны [3].

Изучены физические свойства (плотность, пористость, магнитная восприимчивость, скорость распространения упругих волн и др.) порфиритов, андезитов, базальтов и других пород из разных стратиграфических подразделений и в различных условиях (табл.) [4, 5].

Таким образом, эксперименты показали, что в центральной части Куринской впадины на глубине 8–10 км приподнятый блок земной коры по вещественному составу может быть представлен андезитами, не подвергшимися изменениям.

В основном изучена центральная часть Куринской впадины на примере Саатлинской и других сверхглубоких скважин; результаты приво-

Изменение физических свойств пород со стратиграфической глубиной Джарлы-Саатлинского района.

Стратиграфическое подразделение	Интервал глубины, м	Литология	Карбонатность, %	Пористость, %	Проницаемость, 10^{-15} м^2	Плотность σ , г/см ³	Скорость распространения упругих волн, v, м/с
Древний Каспий	2100–2585	Песчано-глинистый алевролит	–	15,0–30,0	Н/п	2,2–2,3	2000–2300
				22,5(2)		2,25(2)	2100
Апшерон	2590–2595	Глинистый алевролит	–	11,0	–	2,40	2800
Акчагыл	2700–2720	Глинисто-песчаный алевролит	–	20,0	Н/п	2,30	2200
Продуктивная толща	2710–2874	Алевритовый песчаник	8,6–24,6	11,2–24,6	0,6–444,1	2,01–2,28	1900–2050
			15,8(8)	17,9(8)		2,19	1950(4)
Миоцен	2879–2971	Аргиллитовый песчаник	17,8–98,5	5,7–29,8	Н/п	2,08–2,30	2100–2300
			77,2(6)	19,7(4)		2,22	2100
Эоцен	2780–2925	Известковый песчаник	–	4,0–14,0	Н/п	2,2–2,7	4000–5000
				8,6(7)		2,5(7)	4660(3)
Маастрихт	3033–3138	Песчаный известняк Андезитовый порфирит	87,6–99,0	0,9–4,4	Н/п	2,48–2,76	3200–3800
			93,9(3)	2,65(2)		2,68	3500
Коньяк	3174–3178	Андезитовый порфирит	96,9	5,3	Н/п	2,65	3300
Сеноман	3271–4609	Андезитовый порфирит	1,2–75,2	1,2–17,7	Н/п	2,68	3500
			26,1(5)	6,3(10)			
Верхний мел	2950–5965	Алеврито-известняковый андезитобазальт	–	1,0–14,0	Н/п	2,4–2,9	3000–5000
				4,9(39)		2,7(38)	4300(26)

Примечание: в числителе – экстремальные значения, в знаменателе – средние значения; н/п – непроницаемые.

дятся на основании комплексного изучения керновых материалов, отобранных в процессе бурения до глубины 8267 м.

Исследования физических свойств вскрываемого сверхглубоким бурением разреза земной коры комплексом методов геофизических исследований скважин (ГИС) и петрофизики дали возможность выявить важные закономерности между вещественным составом осадочных и вулканогенных образований, вскрытых скважиной, и их физическими свойствами [5].

Главный фон составляют кислые эффузивы с подчиненным количеством андезитов, среди которых залегают, по-видимому, согласные и секущие тела базальтов.

Приведённые в таблице краткие петрофизические характеристики пород разреза земной коры в Джарлы-Саатлинском нефтегазоносном районе показывают, что все разновидности осадочных пород от эоцена до древнекаспийских представлены терригенными разностями за исключением эоцена, содержащего также известняки. В свою очередь, верхнемеловые породы сложены в основном эффузивами андезитового, базальтового состава, чередующимися с песчаниками, алевритами и известняками.

Установлено, что все разновидности эффузивов относятся к средним и основным породам нормальной щелочности.

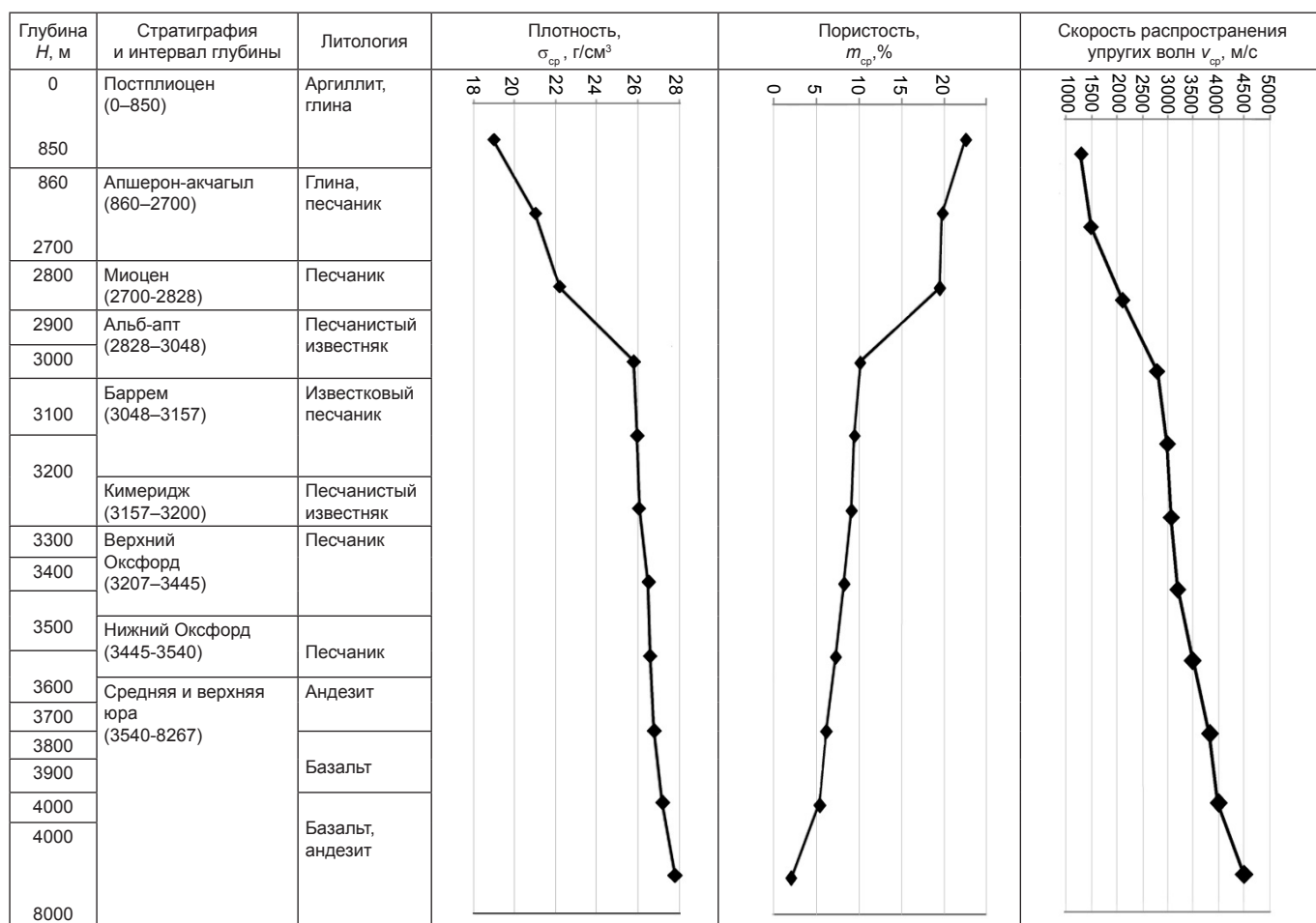
Исследования показывают, что физические особенности разновозрастных и одноименных пород изменяются в результате геолого-физических процессов, приводя к разным результатам. Были изучены коллекторские свойства пород ПТ. Данные, отражающие физические свойства Джарлы-Саатлинского нефтегазоносного района во времени и пространстве, а также геологические особенности различного типа пород-коллекторов и закономерности их распространения приведены в таблице. На основании этих данных была построена петрофизическая модель (рис.), отражающая коллекторские свойства участка. Как следует из модели, в коллекторских свойствах пород с глубиной

создаётся определенное напряжение, то есть повышение плотности и скорости распространения ультразвуковых волн сопровождается понижением пористости. Это является следствием того, что коллекторские свойства пород в глубоких слоях по сравнению с верхними слоями уменьшаются.

Как следует из графиков (рис.), происходит возрастание плотности пород с глубиной. Этот процесс происходит относительно интенсивно в апшерон-миоценовых отложениях, представленных терригенными разностями, и более интенсивно в альб-аптских породах, состоящих из песчаников и известняков. Далее с глубиной от баррема до верхней юры разрез представлен карбонатно-терригенными толщами, а юрский разрез представлен исключительно эффузивами, состоящими из андезитов и базальтов. Несмотря на такую разнотипность пород, их плотность относительно равномерно и весьма слабо возрастает с глубиной. С плотностью пород хорошо коррелируется скорость распространения сейсмических волн, судя по параллельности их графиков. В целом в обоих случаях происходит нарастание рассматриваемых параметров с глубиной почти с одинаковой геометрией графиков. В свою очередь, график изменения пористости с глубиной является зеркальным отражением ранее рассмотренного, т. е. наблюдается обратная зависимость между плотностью пород, скоростью сейсмических волн и пористостью пород независимо от типа пород и глубины их залегания.

Известно, что горные породы в естественных условиях на больших глубинах подвергаются действию сил, вызванных различными физическими и химическими явлениями. Основными из них являются геостатическое давление, возникающее в поровом пространстве пород, и температура, возрастающая с глубиной.

На основании обобщения полученных экспериментальных данных по ГИС и петрофизике вулканогенную толщу до глубины 8000 м можно расчленить на несколько интервалов [6] в соответствии с вещественным составом пород.



Графики изменения пористости и скорости упругих волн в зависимости от литологического состава, плотности и глубины залегания / Graphs of changes of porosity and velocity of elastic waves depending on the lithological composition, density and depth.

По результатам статистической обработки определены закономерности распространения и количественная оценка отдельных параметров, а также проведено сопоставление физических и геохимических параметров отдельных разновидностей пород и стратиграфических подразделений и изучена их выдержанность по региону. Установлены парные зависимости между физическими параметрами для отдельных разновидностей пород, зависимости между физическими свойствами и вещественным составом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедов А. М., Гусейнов А. Н., Ханларова Ш. Г. Новые данные глубокого бурения на площади Джарлы // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 1973. № 12. С. 9–13.
2. Салманов А. М., Сулейманов А. М., Магеррамов Б. И. Палеогеология нефтегазоносных районов Азербайджана. Баку, 2015. 470 с.
3. Суваров Д. Г., Султанов Л. А. Результаты петрофизических исследований Куринской впадины // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2008. № 3. С. 1–6.
4. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых / под ред. Н. Б. Дортман. М.: Недра, 1976. 527 с.
5. Составление каталога коллекторских свойств мезокайнозойских отложений месторождений нефти-газа и перспективных структур Азербайджана: отчет о НИР / Науч.-исслед. ин-т геофизики. Баку, 2010.
6. Салехли Т. М., Султанов Л. А. Характеристика физических свойств коллекторов нефти и газа глубоких скважин Среднекуринской впадины при различных термодинамических условиях // Доклад Всесоюз. семинара. М.:

МИНХИГП им. И. М. Губкина, 1975. С. 71–74.

REFERENCES

1. Akhmedov A. M., Guseynov A. N., Khanlarova Sh. G. 1973, *Novye dannye glubokogo bureniya na ploshchadi Dzharly* [New data on the deep drilling of Dzharly area]. *Azerbaydzhanskoe nefyanoje khozyaystvo* [Azerbaijan oil economy], no. 12, pp. 9–13.
2. Salmanov A. M., Suleymanov A. M., Magerramov B. I. 2015, *Paleogeologiya neftegazonosnykh rayonov Azerbaydzhana* [Paleogeology of oil and gas regions of Azerbaijan], Baku, 470 p.
3. Suvarov D. G., Sultanov L. A. 2008, *Rezultaty petrofizicheskikh issledovaniy Kurinskoy vpadiny* [The results of petrophysical studies of Kura depression]. *Azerbaydzhanskoe nefyanoje khozyaystvo* [Azerbaijan oil economy], no. 3, pp. 1–6.
4. ed. Dortman N. B. 1976, *Fizicheskie svoystva gornyx porod i poleznykh iskopayemykh* [The physical properties of rocks and minerals], Moscow, 527 p.
5. 2010, *Sostavlenie kataloga kollektorskikh svoystv mezokaynozoykskikh otlozheniy mestorozhdeniy nefi-gaza i perspektivnykh struktur Azerbaydzhana: otchet o NIR* [Making of the catalog of reservoir properties of Meso-Cenozoic deposits of oil and gas and perspective structures of Azerbaijan: research report], Baku.
6. Salekhlil T. M., Sultanov L. A. 1975, *Kharakteristika fizicheskikh svoystv kollektorov nefi i gaza glubokikh skvazhin Srednekurinskoy vpadiny pri razlichnykh termodinamicheskikh usloviyakh* [Characterization of the physical properties of oil and gas reservoirs of deep wells of Middle Kur depression at different thermodynamic conditions]. *Doklad Vsesoyuznogo seminaru* [All-Union Seminar Report], Moscow, pp. 71–74.

Гурбанов Вагиф Шыхы оглы,
доктор геолого-минералогических наук, профессор
vagifqurbanov@mail.ru

Нариманов Нариман Рустам оглы,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Султанов Латиф Агамирза оглы,
научный сотрудник

Бабаев Маис Саркер оглы,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
Азербайджан, Баку, пр-т Азадлыг, 20

Gurbanov Vagif Shykhy ogly,
Dr, Professor
vagifqurbanov@mail.ru
Narimanov Nariman Rustam ogly,
PhD, Associate Professor
Sultanov Latif Agamirza ogly,
Research Associate
Babaev Mais Sarker ogly,
PhD, Associate Professor
Azerbaijan State University of Oil and Industry,
Baku, Azerbaijan