

УДК 550.38

Статья / Article

© ПНИПУ / PNRPU, 2016

## ЛИТОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЛОВЫХ, ПАЛЕОГЕН-МИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛОЩАДЕЙ ЯЛАМА, ХУДАТ И СИАЗАНСКОЙ МОНОКЛИНАЛИ В СВЯЗИ С ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ (ЮГО-ВОСТОЧНОЕ ПОГРУЖЕНИЕ МЕГАНТИКЛИНОРИЯ БОЛЬШОГО КАВКАЗА)

**В.Ш. Гурбанов, Н.Р. Нариманов, Л.А. Султанов, Г.Г. Аббасова, М.С. Ибрагимли**

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности  
(AZ1010, Азербайджанская Республика, г. Баку, пр. Азадлыг, 20)

## THE LITHOLOGICAL-PETROGRAPHY CHARACTERISTICS OF CHALK, PALEOGEN-MIOCENE DEPOSITS OF YALAMA-KHUDAT AREAS AND SIYAZAN MONOCLINE ANTICLINE IN CONNECTION WITH THEIR OIL AND GAS CONTENT (SOUTH-EAST IMMERSIONS OF MEGAANTICLINORIC OF GREATER CAUCASUS)

**V.Sh. Gurbanov, N.R. Narimanov, L.A. Sultanov, G.G. Abbasova, M.S. Ibragimli**

Azerbaijan State Oil and Industry University (20 Azadlyg av., Baku, AZ1010, Republic of Azerbaijan)

Получена / Received: 4.03.2016. Принята / Accepted: 10.08.2016. Опубликовано / Published: 30.09.2016

### Ключевые слова:

петрофизика, плотность, пористость, мезокайнозой, нефтегазоаккумуляция, породы, литофации, графоаналитический метод, коллектор, карбонатность, скорость продольных волн, терригенно-карбонатные отложения, прогиб, бурение, геофизика, риф.

В последние годы в Азербайджане в значительном объеме проводились геолого-поисковые и геофизические работы с целью изучения перспектив нефтегазоносности мезокайнозойских отложений. На основании результатов этих работ выработаны критерии, которые являются основой для проведения дальнейших исследований.

Известно, что данный седиментационный бассейн в основном погружался в мезокайнозойское время. Вследствие этого исследователи не сомневаются в перспективности этих отложений в центральной части исследуемой территории и на больших глубинах, но точных расчетов пока нет. В целях решения данной проблемы нами были изучены коллекторские свойства пород рассматриваемых возрастов нефтегазоносных структур Ялама, Худат и Сиязанской моноклинали, сформировавшихся в Гусаро-Дивичинской наложенной мульде в различных геологических условиях и на разных глубинах. Для удобства анализа все фактические данные сведены в таблицы, отражающие физические параметры различных типов пород, принимающих участие в геологическом строении нефтегазоносных площадей. С целью уточнения полученных результатов и изучения характера изменения рассматриваемых физических свойств были применены различные петрофизические методы. В результате была установлена закономерность в изменении плотности пород, их карбонатности, пористости, проницаемости и скорости распространения в них ультразвуковых волн.

Однако на тектонически сложных структурах Сиязанской моноклинали примененные методы исследований ожидаемых результатов не дали ввиду их сильной дислоцированности и выхода на дневную поверхность. С учетом этого были проведены исследования коллекторских характеристик образцов пород рассматриваемых возрастов с разрабатываемых месторождений северо-восточного склона юго-восточного погружения Большого Кавказа.

Основной целью работы является изучение петрофизических параметров и коллекторских свойств пород мелового, палеоген-миоценового возраста в тектонически сложнопостроенных поднятиях Ялама, Худат и Сиязанской моноклинали юго-восточного погружения Большого Кавказа в связи с его нефтегазоносностью.

### Key words:

petrophysics, density, porosity, mesokaynozoic, oil and gas accumulation rocks, lithofacies, graphical analytic method, collector, carbonate content, the velocity of longitudinal waves, terrigenous-carbonate formations, trough, drilling, geophysics, reef.

In recent years, geological prospecting and geophysical works in Azerbaijan were carried out in considerable volume in order to study an oil and gas potential of Meso-Cenozoic deposits. Based on the results of these studies the criteria were developed as the basis for further research.

It is known that the sedimentation basin mainly dipped in the Meso-Cenozoic time. As a result, the researchers have no doubt about the potential of these deposits in the central part of the studied area and at greater depths, but there have been no precise calculations yet. In order to solve this problem, we have studied the reservoir rocks properties of considered ages of Khudat, Yalama oil and gas bearing structures and Siyazan monocline formed in Gusar-Davachi superimposed mulde in various geological conditions and at different depths. For an easier analysis, all the actual data are given in tables showing the physical parameters of the different rock types, involved in geological structure of oil and gas bearing areas. In order to clarify the obtained results and the changes nature study of the considered physical properties the various petrophysical methods were applied. As a result the regularity in changing of rocks density, carbonate contents, porosity, permeability and the propagation velocity of ultrasonic waves in them were established.

However, in tectonically complex structures of the Siyazan monocline the applied methods have not given expected results of studies because of their severe dislocation and outlet to the surface. Taking this into account the reservoir characteristics studies of rock samples of considered ages from fields being developed in the north-eastern slope of the south-east Greater Caucasus dipping were conducted.

The main objective is to study the petrophysical parameters and reservoir rocks properties of the Cretaceous, Paleogene-Miocene age in tectonically complex uplifts of Yalama, Khudat and Siyazan monocline placed at southeast Greater Caucasus dipping due to its petroleum potential.

**Гурбанов Вагиф Шыхы оглы** – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений (моб. тел.: +994 502 140 969, e-mail: vagifgurbanov@mail.ru).

**Нариманов Нариман Рустам оглы** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений (моб. тел.: +994 503 073 321, e-mail: latif.sultan@mail.ru).

**Султанов Латиф Агамирза оглы** – научный сотрудник кафедры поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений (моб. тел.: +994 503 279 701, e-mail: latif.sultan@mail.ru). Контактное лицо для переписки

**Аббасова Гьязайит Гузрат гьзы** – ведущий инженер кафедры поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений (моб. тел.: +994 555 488 712, e-mail: qizqayit\_abbasova@yahoo.com).

**Ибрагимли Мубаризе Сахраб гьзы** – научный сотрудник кафедры поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений (моб. тел.: +994 505 315 731, e-mail: ibrahimlimubarize@gmail.com).

**Vagif Sh. Gurbanov** (Author ID in Scopus: 26028826000) – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of the Department of Oil and Gas Field Prospecting and Exploration (mob. tel.: +994 502 140 969; e-mail: vagifgurbanov@mail.ru).

**Nariman R. Narimanov** (Author ID in Scopus: 6506800118) – PhD in Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Oil and Gas Field Prospecting and Exploration (mob. tel.: +994 503 073 321, e-mail: latif.sultan@mail.ru).

**Latif A. Sultanov** – Researcher of the Department of Oil and Gas Field Prospecting and Exploration (mob. tel.: +994 503 279 701, e-mail: latif.sultan@mail.ru). The contact person for correspondence.

**Gizayit G. Abbasova** (Author ID in Scopus: 6507387506) – Lead Engineer of the Department of Oil and Gas Field Prospecting and Exploration (mob. tel.: +994 555 488 712, e-mail: qizqayit\_abbasova@yahoo.com).

**Mubarize S. Ibragimli** (Author ID: 55651819900) – Researcher of the Department of Oil and Gas Field Prospecting and Exploration (mob. tel.: +994 505 315 731, e-mail: ibrahimlimubarize@gmail.com).

## Введение

Южно-Каспийская мегавпадина (ЮКМВ), большая часть которой составляет территорию Азербайджана, представляет собой один из богатейших нефтегазоносных бассейнов мира. В этой связи развитие нефтяной и газовой промышленности в Азербайджане оказывало и продолжает оказывать существенное влияние не только на его экономику, но и на экономику целого ряда других стран.

В связи с актуальностью изучения перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих отложений в последние годы в Азербайджане в значительном объеме проводились геолого-поисковые и геофизические работы. На основании полученных результатов были выработаны критерии, которые являются основой для дальнейших исследований. Известно, что впервые в мире промышленная добыча нефти была осуществлена в Азербайджане. Однако, несмотря на успешное развитие нефтедобычи, на территории республики в настоящее время в мезозойских и палеогеновых отложениях не установлено сколько-нибудь существенных скоплений нефти и газа, хотя в целом палеогеографические, палеотектонические и палеогеодинамические условия формирования этих отложений благоприятны и объем геолого-поисковых и геофизических исследований значителен. В этой связи изучение петрофизических и коллекторских характеристик пород указанных возрастов является весьма актуальным для решения поставленной проблемы [1–3]\*.

В Прикаспийско-Губинском нефтегазоносном районе (рис. 1) изучение строения глубокозалегающих толщ сейсмическими методами позволило также уточнить их коллекторские свойства.

Прикаспийско-Губинский нефтегазоносный район расположен на северо-востоке Азербайджана и охватывает большую прибрежную часть Каспийского моря. Тектонически район относится к северному склону юго-восточного погружения мегантиклинория Большого Кавказа в составе Гусар-Шабранского синклинория.

\* Кроме источников, указанных в списке литературы, использованы фондовые материалы Института геофизики Азербайджана.

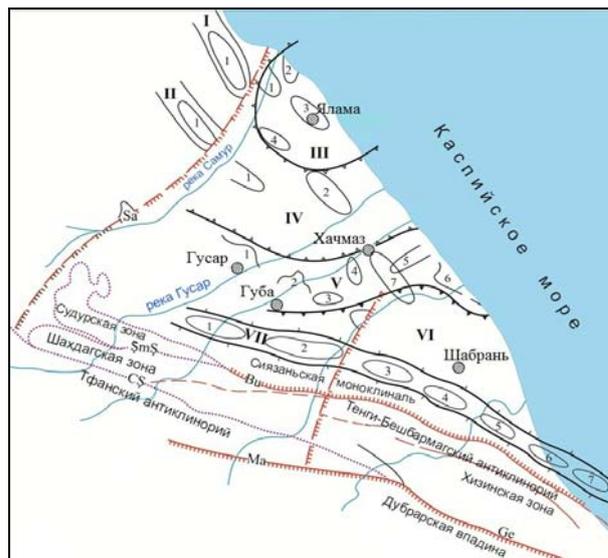


Рис. 1. Тектоническая схема Прикаспийско-Губинского нефтегазоносного района (по А. Сулейманову): I – Восточная антиклинальная зона: 1 – Хошмензил. II – Западная антиклинальная зона: 1 – Аджиноур. III – Яламинская зона (выступ фундамента по палеозою): 1 – Северная Ялама; 2 – Восточная Ялама; 3 – Южная Ялама; 4 – Ширвановка. IV – Зийхурская впадина: 1 – Имамгулукент; 2 – Худат. V – Гусар-Хачмазская зона (выступ фундамента по палеозою): 1 – Хазри-Гусар; 2 – Зизик; 3 – Губа; 4 – Западный Хачмаз; 5 – Восточный Хачмаз; 6 – Агзыбирчала; 7 – Хачмаз (не исключается наличие этих поднятий в плиоценовых отложениях). VI – Дивичинская впадина. VII – Телеби-Гайнарчинская антиклинальная зона: 1 – Нугади; 2 – Телеби; 3 – Западная Гайнарча; 4 – Гайнарча; 5 – Гызылбурун; 6 – Гызылбурун-дениз; 7 – Зорат-дениз. Глубинные разломы: Sa – Самурский, Ma – Малькомудский, Ge – Гермиянский. Региональные нарушения: ŞmŞ – Северо-Шахдагское, CŞ – Южно-Шахдагское, Bu – Будугское

## Нефтегазоносность и литолого-петрофизические свойства мезокайнозойских отложений Сиязанской моноκлинали

На исследуемой территории нефтегазоносны верхнемеловые, эоценовые, олигоцен-миоценовые (майкоп), средневверхнемиоценовые и плиоценовые отложения. Промышленные скопления нефти и газа сосредоточены на месторождениях Сиязанской моноκлинали. В Яламе, Худате, Талаби, Шурабад, Бегимдаг, Текчай и на других площадях (несмотря на малое количество) все же встречаются нефтегазовые скопления. В целом на юго-восточном окончании Большого Кавказа из 45 локальных поднятий выявлено и сдано в эксплуатацию 7 нефтегазовых месторождений,

к которым относятся Сиязанская моноклинал, Чандагар-Зарат, Сиязань-Нардаран, Саадан, Амирханлы, Заглы и Зейва, а также выявлены перспективные структуры Агзыбирчала и Зарат-дениз. В последних предусмотрено проведение глубокого поисково-разведочного бурения [4–6].

Рассматриваемая часть осадочного разреза литологически характеризуется следующими особенностями.

Отложения верхнего мела в основном представлены светло-серыми известняками, мергелями, темно-серыми, серыми песчаниками, глинами. На отдельных участках они представлены флишем. Удельное электрическое сопротивление этих пород достигает до 100 Ом·м.

Известняки в основном трещиноватые, что свидетельствует о наличии в них вторичной пористости. Доля известняков в разрезе увеличивается с юго-востока на северо-запад (в сторону площади Заглы-Зейва).

Песчаники и известняки сгруппированы в основном в верхней части разреза, тогда как в его средней части преобладают глины. Вскрытая скважинами мощность меловых отложений достигает 1645 м.

Сумгайтская свита (палеоцен) прослеживается на всей территории Сиязанской моноклинали. На участке Чандагар-Зарат она трансгрессивно залегает на поверхности меловых отложений. На площадях Сиязань-Нардаран, Саадан, Амирханлы, Заглы-Зейва в низах надвига залегают разновозрастные отложения [7–9].

Коунская свита (эоцен) распространена на всей территории Сиязанской моноклинали и состоит из чередования песчаных, карбонатных глин, карбонатных песчаников и трещиноватых мергелей.

Нижнемайкопские отложения (олигоцен) прослеживаются на обнажении в виде тонкой полосы вдоль всей моноклинали. Литологически они представлены прослойками крепких песчаников, глин и конгломератов [10].

Верхний майкоп (нижний миоцен) в основном представлен глинами и алевролитами с прослойками песка.

Чокрак-спириалисовый горизонт (средний миоцен) состоит из чередования маломощных алевролитов, песчаников, глин и редких гравелитовых и песчаных прослоек.

Караганский горизонт (средний миоцен) в верхах разрезах состоит в основном из глин с редкими прослоями песчаников с песчаными и алевролитовыми пропластками.

Сарматский ярус (верхний миоцен) вдоль Сиязанской моноклинали выходит на дневную поверхность в виде широкой полосы и состоит в основном из алевролитов, чередующихся с тонкими прослойками песчаников. В нижней части яруса преобладают глины мощностью до 10 метров.

К плиоценовым относятся отложения продуктивной толщи (нижний плиоцен) и акчагельского яруса. В целом эти отложения состоят из чередования глин и песков с пропластками конгломерата и плотного песчаника.

Благодаря анализу образцов пород были установлены плотность, гранулометрический состав, карбонатность, пористость, проницаемость, скорость распространения ультразвуковых волн и магнитная восприимчивость [11–14].

В тектоническом отношении Сиязанская моноклинал приурочена к сложнопостроенному северо-восточному крылу Тенги-Бешбармагского антиклинория и протягивается вдоль северо-восточного склона юго-восточного погружения Большого Кавказа. С юго-запада моноклинал ограничивается Хизинским синклиномом, с северо-востока – Гусар-Шабранско-Дивичинской наложенной мульдой.

Сиязанская моноклинал, имеющая сложное геологическое строение, по характеру нефтегазонасыщения, структурно-тектоническим и геологическим особенностям делится на несколько зон. Так, горная зона моноклинали представлена верхнемеловыми, палеоген-миоценовыми, а равнинная – плиоценовыми отложениями. Коллекторские свойства всех отложений изучены достаточно детально. Полученные данные были сведены в таблицу литологических, коллекторских и других характеристик пород, которая позволила установить определенную закономерность в развитии их коллекторских свойств по площади и стратиграфическую глубину в различных типах пород, принимающих участие в геологическом строении выделенных зон (табл. 1).

Как видно из табл. 1, основными перспективными объектами Сиязанской моноклинали являются меловые и палеоцен-миоценовые отложения. Изменение коллекторских свойств пород в глубоких и мелких скважинах показывает, что значения пористости и проницаемости в отдельных тектонических блоках, а также другие особенности существенно отличаются друг от друга. Наблюдается сохранение

Таблица 1

Изменения литологического состава и коллекторских свойств мезокайнозойских (меловых, палеоцен-миоценовых) отложений по площадям Сиязанской моноклинали

Стратиграфия	Литология	Интервал, м	Карбонатность	Пористость, %	Проницаемость, $10^{-15} \text{ м}^2$	Плотность $\sigma$ , г/см <sup>3</sup>		Скорость распространения волн, м/с
						сухой	влажный	
<i>Месторождение «Зейва»</i>								
Майкоп	Песчано-глинистый алевролит	1190–2355	<u>2,1–33,5</u> 13,66 (7)	<u>2,5–20,4</u> 8,9 (6)	0,003	<u>2,50–2,54</u> 2,52 (8)	<u>2,53–2,60</u> 2,58 (8)	<u>1100–1800</u> 1500 (8)
Сумгаит (палеоцен)	Песчано-глинистый алевролит	820–821	3,4	28,1	495,7	1,90	1,95	1300
Палеоцен	Песчаный алевролит	1590–1883	<u>0,5–17,1</u> 5,94 (7)	<u>8,5–22,6</u> 15,0 (7)	<u>0,001–6,7</u> 0,96 (7)	<u>2,40–2,48</u> 2,42 (7)	<u>2,43–2,50</u> 2,45 (7)	1700 (1)
Палеоцен	Песчаный алевролит	2064–2065	10,6	9,7	4,1	2,01	2,10	1100 (1)
Сумгаит (палеоцен)	Песчано-глинистый алевролит	2412–2415	2,5	19,5	0,001	2,04	2,18	1450
Сумгаит (палеоцен)	Песчано-глинистый алевролит	1632–1952	<u>0,8–66,0</u> 20,9 (4)	<u>4,4–8,4</u> 6,2 (4)	0,001	<u>1,80–1,87</u> 1,83 (7)	<u>1,83–1,90</u> 1,85 (7)	0700–1200 (2)
Аален	Песчаный алевролит	1900–1903	<u>42,5–42,5</u> 42,5 (2)	<u>12,2–12,2</u> 12,2 (2)	0,001	<u>2,48–2,50</u> 2,49 (2)	<u>2,51–2,58</u> 2,55 (2)	1300 (1)
<i>Месторождение «Беймдаг-Текчай»</i>								
Нижний мел К <sub>1</sub>	Среднезернистый алевролит	828–2316	<u>1,7–28,4</u> 16,4 (19)	<u>3,0–8,0</u> 6,9 (6)	<u>0,001–0,663</u> 0,18 (5)	<u>2,58–2,68</u> 2,60 (15)	<u>2,60–2,68</u> 2,64 (15)	<u>3100–4200</u> 3800 (6)
Валанжин К <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Песчаные глины	2443–3190	<u>7,2–64,0</u> 29,9 (7)	<u>1,1–2,7</u> 2,3 (4)	≈ 0,1	<u>2,31–2,40</u> 2,33 (5)	<u>2,36–2,43</u> 2,38 (5)	<u>1200–1800</u> 1600 (3)
<i>Месторождение «Текчай»</i>								
Апт-баррем К <sub>1</sub> <sup>4,5</sup>	Песчано-алеволитовые глины	99,7–511,2	<u>10,0–77,0</u> 29,0 (13)	<u>2,2–2,26</u> 2,22 (5)	–	<u>2,20–2,52</u> 2,22 (12)	Ср. 2,30	<u>1220–4290</u> 1920 (12)
Готерив К <sub>1</sub> <sup>3</sup>	Песчаный алевролит	1405–1716	<u>6,7–68,1</u> 32,8 (45)	<u>2,3–12,3</u> 7,5 (45)	<u>0,001–10,2</u> 0,89 (34)	<u>2,31–2,61</u> 2,43 (20)	Ср. 2,52	<u>1700–3500</u> 2050 (20)
Валанжин К <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Песчаный алевролит	1757–2349	<u>0,8–63,1</u> 34,6 (41)	<u>1,0–14,6</u> 5,12 (45)	<u>0,001–0,46</u> 0,1 (35)	<u>2,31–2,54</u> 2,50 (9)	Ср. 2,54	<u>1700–3700</u> 2900 (9)
<i>Месторождение «Яшма»</i>								
Меотис N <sub>1</sub> <sup>2н</sup>	Песчано-алеволитовые глины	163–193	–	<u>22,4–28,3</u> 24,4 (3)	<u>0,001–0,4</u> 0,01 (8)	<u>1,91–2,08</u> 2,06 (4)	<u>1,96–2,14</u> 2,07 (4)	<u>1000–2220</u> 2900 (9)
Сармат N <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Песчано-алеволитовые глины	193–883	–	<u>11,7–40,8</u> 26,8 (60)	<u>0,7–78,3</u> 32,0 (30)	<u>1,86–2,54</u> 2,08 (62)	<u>1,90–2,64</u> 2,18 (62)	<u>600–5000</u> 1500 (62)
Нижний мел К	Песчано-алеволитовые глины	900–1697	<u>63,2–79,4</u> 73,2 (8)	<u>15,3–27,0</u> 25,2 (13)	<u>0,04–29,4</u> 22,4 (4)	<u>1,90–2,12</u> 2,06 (16)	<u>2,10–2,20</u> 2,14 (16)	<u>710–2000</u> 1850 (14)

Примечание. В числителе представлены экстремальные значения, в знаменателе – средние значения параметров, в скобках – количество изученных образцов.

коллекторских свойств пород в относительно глубоких частях разреза. При этом на некоторых площадях коллекторские свойства пород улучшаются со стратиграфической глубиной.

Наибольшая глубина залегания отложений сумгаитской свиты, вскрытых скважинами на площади Зейва, составляет 820–2415 м. Здесь в глинистых породах плотность составляет 1,90–

1,95 г/см<sup>3</sup>, пористость 20–25 % (в некоторых случаях достигает до 30 %), скорость распространения ультразвуковых волн – 1200–1300 м/с. Плотность алевролитов майкопского возраста изменяется в пределах 2,56–2,65 г/см<sup>3</sup>, пористость – 15–30 %, а скорость распространения ультразвуковых волн – 2000–2500 м/с. Плотность песчаников составляет

2,07–2,55 г/см<sup>3</sup>, а пористость 8,2–22,5 %. Скорость распространения ультразвуковых волн в песчаниках так же, как и в других породах в зависимости от их литологического состава, меняется в пределах 950–4000 м/с.

Породы палеогенового возраста, установленные в геологическом строении моноклинали, в связи с метаморфическими изменениями имеют следующие физические свойства: плотность – 2,05–2,65 г/см<sup>3</sup>, пористость – 8,5–30 %, скорость распространения ультразвуковых волн – 2100–4000 м/с (см. табл. 1).

В табл. 1 представлены данные по площадям Сиязанской моноклинали, позволяющие осуществить их сравнительный анализ.

Таким образом, с целью изучения физических характеристик пород мелового, палеоцен-миоценового возрастов в зависимости от глубины и по площадям Сиязанской моноклинали на основании отобранных из скважин образцов был осуществлен сравнительный анализ всех параметров, приведенных в табл. 1.

На месторождении «Зейва» четкой закономерности в уменьшении проницаемости пород со стратиграфической глубиной не наблюдается, однако в целом происходит стабилизация их значений в пределах 0,001. Значения проницаемости и пористости не поддаются корреляции. Слабовыраженная закономерность проявляется в снижении значений пористости со стратиграфической глубиной. Не наблюдается также какой-либо зависимости между карбонатностью и проницаемостью. Очевидно, это связано с малыми значениями карбонатности. Отсутствие корреляции между пористостью, проницаемостью и карбонатностью, а также закономерности в изменении пористости и проницаемости со стратиграфической глубиной

могут быть связаны с вариациями количества глиняной фракции в рассматриваемых породах.

На площади Бегимдаг-Текчай по данным двух стратиграфических интервалов нижне-мелового возраста карбонатность пород увеличивается со стратиграфической глубиной, тогда как пористость и проницаемость уменьшаются в этом же направлении.

На площади Текчай по данным трех интервалов в нижнем мелу карбонатность возрастает со стратиграфической глубиной (сверху вниз), в этом же направлении в целом возрастает и пористость, тогда как проницаемость резко уменьшается.

На площади Яшма рассматриваемые параметры были изучены сверху вниз в меотисе, сармате и нижнем мелу. Согласно результатам анализа карбонатность была установлена только в нижнемеловых отложениях. Пористость незначительно возрастает сверху вниз, тогда как проницаемость в целом увеличивается в этом же направлении в сотни раз.

Как следует из приведенного описания рассматриваемых параметров, на различных площадях четко выраженной закономерности в изменении их значений с глубиной не наблюдается. Однако согласно табл. 2 довольно четко проявляется возрастание скорости сейсмических волн в карбонатных породах (в известняках) на площадях Ялама, Сиязань и Атачай-Гильгильчай.

Также была установлена прямая зависимость между возрастанием плотности и скорости распространения ультразвуковых волн в меловых отложениях в северном (Яламинское поднятие) и южном (Тенгиалты-Бешбармагский антиклинорий) направлениях. При этом с увеличением глубины в большом диапазоне изменяются гранулометрический состав и физические свойства пород.

Таблица 2

Изменение плотности, скорости распространения ультразвуковых волн  
в терригенно-карбонатных породах

Площадь	Литология	Плотность $\sigma$ , г/см <sup>3</sup>		Скорость распространения ультразвуковых волн $V$ , м/с	
		пределы изменения	среднее значение	пределы изменения	среднее значение
Ялама	Глина (аргиллит)	2,40–2,48	2,43	2600–2900	2700
	Известняк	2,56–2,65	2,59	4300–5600	4600
Сиязань	Глина	2,20–2,44	2,40	2200–2900	2590
	Известняк	2,52–2,62	2,54	3300–3900	3700
	Глина	2,31–2,46	2,44	2400–2900	2800
Атачай-Гильгильчай	Известняк	2,44–2,65	2,60	3500–4700	4500

Проведенный анализ дал возможность выявить литологическую неоднородность основных комплексов, связанную с палеогеографическими и палеотектоническими условиями их формирования. Была также выявлена закономерность между изменениями коэффициентов пористости и проницаемости [15].

Изучение характера распространения ультразвуковых волн показало, что, несмотря на определенные изменения плотности верхне-меловых пород в пределах Сиязанской моноклинали, скорость распространения ультразвуковых волн с глубиной повышается. При этом характер изменения скорости в известняках и карбонатно-глинистых породах почти одинаков, т.е. в этих породах она значительно выше, чем в некарбонатных (см. табл. 2).

В тектонически сложно построенных структурах Сиязанской моноклинали различные петрофизические методы исследований, применяемые для отложений мелового возраста, не дали ожидаемых результатов. Потому что здесь по разрезу наблюдается непоследовательное изменение физических параметров, по-видимому, породы на этапе осадконакопления формировались в изменчивых палеогеографических условиях [16–18].

Для выявления взаимосвязи между изменением плотности пород и скорости распространения продольных сейсмических волн между глубокозалегающими и надсти- лающими литофациальными комплексами в Прикаспийско-Губинской области был проведен анализ этих данных по площадям и разрезу глинисто-карбонатных пород мелового возраста. Результаты исследований приведены в табл. 3. Анализ данных табл. 3 показывает значительное увеличение значений плотности и скорости продольных волн в меловых отложениях к северу (Яламинское поднятие) и к югу (Тенгинско-Бешбармагский антиклинорий) от Сиязанской моноклинали [19].

Таблица 3

Аналитические выражения изменения физических параметров пород с глубиной

Возраст	Литология	$\sigma = f(H)$	$V = f(H)$
Апт + готерив, нижний мел	Карбонатно-глинистые породы	$2,85-0,42e^{-0,45H}$	$4,62-3,4e^{-0,45H}$
		$2,91-0,68e^{-0,45H}$	$5,4-2,6e^{-0,45H}$
Валанжин, нижний мел	Известняки	$2,85-0,40e^{-0,45H}$	$4,8-2,9e^{-0,45H}$
	Песчано-глинистые породы	$2,72-0,42e^{-0,45H}$	$4,0-2,5e^{-0,45H}$
		$2,73-0,67e^{-0,45H}$	$3,7-2,2e^{-0,45H}$

С целью изучения характера изменения свойств пород с глубиной для некоторых нефтегазоносных площадей Прикаспийско-Губинского района применен графоаналитический метод. В результате были найдены аналитические выражения изменения физических параметров пород с глубиной для Прикаспийско-Губинской области. Эти данные приведены в табл. 3 и на рис. 2. В табл. 3 отражено изменение

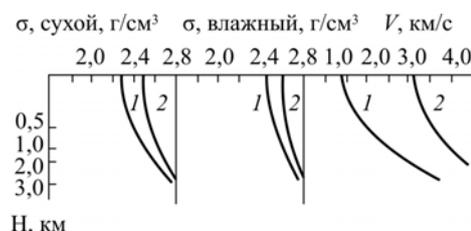


Рис. 2. График изменения физических свойств пород с глубиной в Прикаспийско-Губинской области: 1 – породы апта и готерива; 2 – известняки валанжина

физических параметров пород с глубиной в разновозрастных комплексах Прикаспийско-Губинской области. Из анализа полученных данных и построенных кривых видно, что в Прикаспийско-Губинской области, несмотря на незначительные изменения плотности пород верхнего мела с глубиной, скорости продольных волн в них сильно возрастают в этом же направлении. Закономерность изменения скоростей продольных волн с глубиной в известняках и карбонатно-глинистых породах почти одинакова. Следует отметить, что в тектонически сложных структурах Прикаспийско-Губинской области применение графоаналитического метода для меловых отложений не дало ожидаемых результатов. Здесь наблюдается непоследовательное и скачкообразное изменение физических параметров по разрезу, что может быть связано с изменчивостью палеогеографических условий осадконакопления, последующими процессами изменения их литификации и тектонических преобразований.

Полученные зависимости могут быть применены при интерпретации геолого-геофизических материалов в пределах исследуемого региона.

### О литолого-петрофизических свойствах меловых, палеоген-миоценовых отложений площадей Ялама и Худат

Поднятия Ялама и Худат развиты на юго-восточном погружении Большого Кавказа. Эти структуры сложены породами мезокайно-

зойского возраста. Нефтегазоносность данных площадей изучена сейсморазведкой и поисково-разведочным бурением. В районе нефтегазоносны отложения верхнего мела, палеоцена, эоцена, олигоцен-миоцена (майкоп) и средневерхнего миоцена. Из этих отложений нефть и газ промышленного значения добываются на поднятиях Сиязанской моноклинали, Ялама, Худат, Талаби, Шурабад, Бегимдаг-Текчай и др., где выявлены мелкие нефтегазовые скопления.

Говоря о структурно-тектонических особенностях юго-восточного погружения Большого Кавказа, наряду с локальными поднятиями общекавказского простирания, в некоторых случаях имеют развитие структуры и антикавказского простирания. Основные структуры Прикаспийско-Губинского нефтегазоносного района Ялама, Худат и Агзыбирчалинского поднятия отделяются от Гусарской структуры и Талаби-Гайнарджинской антиклинальной зоны широкой синклиналью (см. рис. 1). В состоящей из двух частей впадине с северо-запада на юго-восток мощность палеогеновых отложений увеличивается от 1000 до 1500 метров. Впадина, расширяясь в юго-восточном направлении, продолжается в акватории Каспийского моря. Мощность палеогеновых отложений на поднятиях Ялама и Худат изменяется от 100 до 370 м. Несмотря на то что структура Худат замыкается 200-метровой палеоизогипсой, на участке Ялама наличие замкнутой структуры не наблюдается.

Высокая перспективность верхнемеловых, палеоцен-, эоцен-, олигоцен-миоценовых отложений в центральной части исследуемой территории и в целом в глубокозалегающих толщах этих площадей не вызывает сомнений, но количественное выражение данной проблемы пока не нашло своего решения. В пределах рассматриваемых площадей мезозойские отложения полностью вскрыты бурением (2600–3700 м) [20].

Петрофизические параметры пород рассматриваемых возрастов юго-восточного погружения Большого Кавказа и их коллекторские свойства в пределах месторождений и локальных поднятий, находящихся в разработке, были выявлены проведенными нами исследованиями.

Следует отметить, что плотность, гранулометрический состав, карбонатность, скорость распространения ультразвуковых волн, магнитная восприимчивость, пористость,

проницаемость пород, отобранных из глубоких разведочных скважин, пробуренных на поднятиях Ялама и Худат, были исследованы современными методами [21].

Согласно табл. 4 в пределах рассматриваемых площадей карбонатность, коллекторские свойства, плотность и скорость распространения сейсмических волн были изучены от нижнего плиоцена (продуктивная толща) до юрских отложений включительно.

Отложения продуктивной толщи залегают на глубине 955–1235 м и представлены в основном глинистыми песчаниками с низкой карбонатностью (11,6 %). При пористости 20,2 % проницаемость составляет  $1837 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ , а плотность – 2,1–2,5 г/см<sup>3</sup>. Средняя скорость распространения ультразвуковых волн в этих отложениях составляет 2800 м/с.

Сарматские отложения вскрыты в интервале глубин 1236–1460 м. Они представлены чередованием песчаников, аргиллитов и глин с карбонатностью более 15 %, пористостью до 20 %, проницаемостью более  $25 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$  при плотности пород 2,15–2,57 г/см<sup>3</sup>. Скорость распространения ультразвуковых волн составляет 2000 м/с.

Уменьшение скорости сейсмических волн в сарматских отложениях при почти одинаковой плотности с отложениями продуктивной толщи может быть связано с повышенной глинистостью разреза.

Отложения караганского яруса залегают на глубинах 1462–1864 м и представлены глинами с карбонатностью более 14 %, пористостью более 20 % при проницаемости  $730,5 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$  и плотности 2,11–2,67 г/см<sup>3</sup>. Скорость ультразвуковых волн составляет 1900 м/с. В данном случае уменьшение скорости ультразвуковых волн, возможно, связано со слабой цементацией песчаников.

Чокракский горизонт на исследуемых площадях вскрыт на глубинах 1870–2080 м и представлен глинами с плотностью 2,08–2,68 г/см<sup>3</sup>, карбонатностью в 38 % при пористости более 21,7 % и проницаемости  $9,2 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ . Скорость ультразвуковых волн составляет 1750 м/с. Как следует из приведенных данных, в чокракском горизонте наиболее четко проявляется обратная зависимость между карбонатностью разреза и скоростью ультразвуковых волн, как и в предыдущих стратиграфических интервалах, т.е. повышение карбонатности способствует снижению скорости ультразвуковых волн.

Таблица 4

## Изменение литологического состава и коллекторских свойств мезокайнозойских отложений по площадям Ямала, Худат

Стратиграфия	Интервал, м	Литология	Карбонатность, %	Пористость, %	Проницаемость, $10^{-15} \text{ м}^2$	Плотность $\sigma$ , г/см <sup>3</sup>		Скорость распространения волн $V$ , м/с
						влажный	сухой	
Продуктивная толща	955–1235	Глинистый песчаник	$\frac{7,0-20,0}{11,6}$ (7)	$\frac{7,05-30,0}{20,23}$ (8)	$\frac{0,32-177,3}{18,36}$ (7)	$\frac{1,94-2,63}{2,54}$ (8)	$\frac{1,90-2,36}{2,15}$ (8)	$\frac{2500-3000}{2800}$ (8)
Сармат	1236–1460	Песчаник, аргиллит, глина	$\frac{9,0-20,0}{15,25}$ (13)	$\frac{6,15-30,1}{19,89}$ (9)	$\frac{0,69-98,8}{25,36}$	$\frac{2,48-2,67}{2,57}$	$\frac{1,78-2,29}{2,15}$	$\frac{1800-2200}{2000}$
Караган	1462–1864	Песчаник	$\frac{4,0-27,0}{14}$	$\frac{3,9-29,0}{20,5}$	$\frac{4,2-4429}{730,5}$	$\frac{2,10-2,88}{2,67}$	$\frac{1,73-2,36}{2,11}$	$\frac{1550-2000}{1900}$
Чокрак	1870–2080	Глина	$\frac{5,9-45,2}{38,2}$	$\frac{10,0-33,0}{21,7}$	9,2	$\frac{1,88-2,88}{2,68}$	$\frac{1,88-2,27}{2,08}$	$\frac{1500-1850}{1750}$
Майкоп	2080–2585	Песчаник, глина	$\frac{8,4-98,5}{76,3}$	$\frac{1,0-26,0}{15,7}$	н/п	$\frac{2,56-2,77}{2,72}$	$\frac{1,98-2,54}{2,29}$	$\frac{2000-2800}{2500}$
Маастрихт	2596–2598	Глинистый известняк	32,8	5,0	н/п	2,72	2,63	4700
Коньяк	2610–2633	Глинистый известняк	$\frac{49,2-78,0}{66,6}$	$\frac{3,2-6,8}{5,22}$	$\approx 0,01$	$\frac{2,59-2,73}{2,65}$	$\frac{2,57-2,67}{2,63}$	$\frac{3800-5300}{4700}$
Турон	2633–2735	Мергель, глинистый известняк	$\frac{62,8-96,0}{84,36}$	$\frac{0,45-5,9}{4,16}$	$\frac{0,014-8,4}{1,45}$	$\frac{2,57-2,76}{2,67}$	$\frac{2,50-2,68}{2,60}$	$\frac{3950-5000}{4350}$
Альб	3061–3074	Песчаник	$\frac{17,0-32}{22,0}$	$\frac{5,23-8,84}{7,15}$	н/п	2,75	2,62	4500
Апт	3074–3229	Глинистый известняк, аргиллит	$\frac{17,0-26,0}{23,7}$	$\frac{2,59-20,6}{14,6}$	н/п	2,63	2,48	3850
Баррем	3605–3696	Песчаник	$\frac{3,4-4,3}{3,85}$	$\frac{10,2-11,7}{10,95}$	$\frac{0,1-0,8}{0,45}$	$\frac{2,58-2,71}{2,62}$	$\frac{2,48-2,59}{2,50}$	3000
Юра	3441–3608	Алевролит, песчаник	55,9	11,6	н/п	$\frac{2,55-2,73}{2,62}$	$\frac{2,53-2,54}{2,53}$	$\frac{3400-3510}{3450}$

Примечание. В числителе – экстремальные значения, в знаменателе – средние значения; н/п – непроницаемые; в скобках указано количество исследованных образцов.

Майкопская серия в районе исследований вскрыта в интервале глубин 2080–2585 м. Литологически сложена чередованием глин и песчаников с карбонатностью, достигающей более 76,3 %, при пористости 15,7 % и полном отсутствии проницаемости с относительно высокой плотностью ( $2,29-2,72 \text{ г/см}^3$ ) и повышенной скоростью ультразвуковых волн (2500 м/с).

Корреляция скоростей сейсмических волн чокракских глин с глинисто-песчаным чередованием майкопской серии, которая имеет карбонатность в 2 раза выше первой, свидетельствует о существенной зависимости скорости ультразвуковых волн в первую очередь от литологического состава и плотности пород. В кайнозойском разрезе такая зависимость проявляет себя достаточно четко, особенно при повышении карбонатности.

На рассматриваемых площадях мезозойский разрез начинается с маастрихтского яруса, выявленного в интервале глубин 2596–2598 м и выраженного глинистым известняком с плотностью  $2,63-2,72 \text{ г/см}^3$ , карбонатностью

более 32,8 % при пористости 5,0 % и с полным отсутствием проницаемости. Скорость ультразвуковых волн резко повышается до 4700 м/с. Очевидно, глинизация известняка и высокое уплотнение привели к исчезновению проницаемости и повышению скорости ультразвуковых волн.

Коньякский ярус залегает на глубинах 2610–2633 м, представлен глинистыми известняками с карбонатностью более 66 % при пористости более 5 % и проницаемости до  $0,01 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ . Плотность пород составляет более  $2,6 \text{ г/см}^3$ , скорость ультразвуковых волн в породах, как и у предыдущих такого же состава, составляет 4700 м/с.

Туронские отложения, вскрытые на глубинах 2633–2735 м, выражены мергелями и глинистыми известняками с карбонатностью более 84 %, пористостью более 4 % и проницаемостью  $1,45 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ . Плотность этих пород –  $2,60-2,67 \text{ г/см}^3$ , а скорость ультразвуковых волн несколько ниже, чем в породах коньякского яруса, и составляет

4350 м/с. Можно полагать, что падение скорости ультразвуковых волн связано с многократным повышением пористости в туронских отложениях.

Альбский ярус в пределах исследуемых площадей вскрыт на глубинах 3061–3074 м и представлен песчаниками с карбонатностью 22 %, пористостью более 7 % и с отсутствием проницаемости. Плотность альбских песчаников составляет 2,62–2,75 г/см<sup>3</sup>. Скорость продольных волн в этих породах возрастает до 4500 м/с. Очевидно, первопричиной возрастания скорости ультразвуковых волн в альбских песчаниках является их относительно высокая плотность и низкая пористость.

Аптские отложения вскрыты в интервале 3074–3229 м и сложены глинистыми известняками и аргиллитами с карбонатностью более 23 %, отсутствием проницаемости. Плотность этих пород составляет 2,48–2,63 г/см<sup>3</sup>.

Скорость ультразвуковых волн в этих породах падает до 3850 м/с, что, очевидно, связано со снижением их плотности и повышением пористости.

Барремский ярус, выраженный песчаниками, вскрыт в интервале глубин 3605–3696 м. Карбонатность пород составляет около 4 % при пористости до 11 %, проницаемости  $0,45 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$  и плотности 2,50–2,62 г/см<sup>3</sup>. Скорость ультразвуковых волн составляет 3000 м/с. Существенное ее понижение относительно скорости в аптских отложениях при почти одинаковой их плотности и незначительной разнице других параметров может быть связано с резким падением карбонатности в песчаниках барремского яруса.

Юрские отложения в пределах исследуемых площадей были вскрыты на глубинах 3441–3608 м. Литологически они представлены преимущественно алевролитами и песчаниками с карбонатностью около 56 %, которая намного выше, чем у барремских песчаников.

Пористость юрских отложений на 0,65 % выше, чем у барремских, они непроницаемы при плотности 2,53–2,62 г/см<sup>3</sup>, т.е. такой же, как у барремских песчаников. Однако скорость ультразвуковых волн в юрских породах на 450 м/с выше, чем в барремском разрезе.

Как видно из вышеизложенного, скорость ультразвуковых волн коррелирует с пористостью пород, находясь с ней в обратной зависимости в кайнозойских породах. Менее четко это

проявляется в мезозойских породах. Относительно слабая корреляция в виде прямой зависимости имеет место между значением карбонатности пород и скорости ультразвуковых волн. В целом же скорость ультразвуковых волн с некоторыми отклонениями возрастает со стратиграфической глубиной. Более устойчивая прямая зависимость прослеживается между плотностью пород и скоростью ультразвуковых волн.

На основании табл. 4 была подготовлена петрофизическая модель, отражающая коллекторские свойства пород на площадях Ялама и Худат (табл. 5)

Как видно из табл. 5, с глубиной в коллекторских свойствах пород возникают определенные изменения, т.е. повышение плотности и скорости распространения ультразвуковых волн сопровождается понижением пористости пород.

Видимо, это связано с возрастанием геостатического давления. Как следует из сопоставления построенных графиков, в стратиграфическом интервале сармат-чокрак осадочного разреза относительно низкие плотности пород, скорости распространения ультразвуковых волн, низкая их карбонатность хорошо согласуются с более высокой пористостью [22, 23].

В майкоп-маастрихтском интервале разреза, представленного песчано-глинистыми разностями и известняками, в подошве маастрихта наблюдается возрастание плотности и скорости распространения ультразвуковых волн при незначительном уменьшении карбонатности и существенном уменьшении пористости.

Третий интервал разреза заключен между подошвой маастрихта и турона, состоит преимущественно из глинистых известняков. Он характеризуется повышением плотности пород и наиболее высокой скоростью распространения ультразвуковых волн по всему осадочному разрезу при низкой карбонатности и минимальной пористости. Из сопоставления графиков видно, что низкая пористость вполне согласуется с соответствующими изменениями других параметров.

В альбском интервале, представленном песчаниками, при почти неизменившейся плотности, относительно небольших уменьшениях скорости распространения ультразвуковых волн имеет место значительное возрастание пористости пород.

Таблица 5

Изменение пористости пород в зависимости от их литологии и петрофизических характеристик

Эра	Стратиграфия	Интервал, м	Литология	Плотность, $\rho$ , сухой, г/см <sup>3</sup>	Пористость, %	Скорость распространения ультразвуковых волн $V$ , м/с	Карбонатность, %
Кайнозойская			Глинистый песчаник				
	Сармат	1236–1460	Песчаник, аргиллит, глина				
	Караган	1462–1864	Песчаник				
	Чокрак	1870–2080	Глина				
	Майкоп	2080–2585	Песчаник, глина				
Мезозойская	Маастрихт	2596–2598	Глинистый известняк				
	Коньяк	2610–2633	Глинистый известняк				
	Турон	2633–2735	Мергель, глинистый известняк				
	Альб	3061–3074	Песчаник				
	Апт	3074–3229	Глинистый известняк, аргиллит				
	Баррем	3605–3696	Песчаник				
	Юра	3441–3608	Алевролит, песчаник				

Наконец, в апт-баррем-юрском интервале осадочного разреза при почти неизменившейся плотности, незначительном колебании скорости ультразвуковых волн и относительно резком возрастании в юрском периоде карбонатности разреза произошло двукратное уменьшение пористости пород.

Это связано с ухудшением их коллекторских свойств со стратиграфической глубиной. Говоря о вариации отдельных параметров с глубиной, следует отметить, что, несмотря на определенное изменение плотности пород, скорость распространения ультразвуковых волн через них резко повышается с коньякского века. При этом в известняках и карбонатно-глинистых породах характер изменения скорости продольных волн в зависимости от глубин почти одинаков.

Чтобы подтвердить проведенные исследования на рассматриваемых площадях, нами использован также графоаналитический метод М.З. Озерской. В результате получено аналитическое изложение изменения физических свойств пород со стратиграфической глубиной [24–26], а также построена их графическая модель.

Как следует из вышеизложенного, по всему рассматриваемому стратиграфическому интервалу осадочного разреза исследуемых площадей прослеживается прямая, т.е. непосредственная зависимость между пористостью и рассмотренными петрофизическими характеристиками пород.

## Выводы

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Изменение в широком диапазоне коллекторских свойств пород по площади связано в основном с условиями литогенеза, с неоднородностью литологического состава осадочных комплексов, с глубинами залегания пород, а также с особенностью развития локальных поднятий.

2. Результаты петрофизических исследований позволили установить увеличение скорости распространения ультразвуковых волн с возрастанием плотности пород и понижением с глубиной их коллекторских свойств.

3. Скорость сейсмических волн возрастает в известняках и реже в породах с повышенной карбонатностью, а также с некоторыми отклонениями со стратиграфической глубиной.

4. При прогнозировании нефтегазоносности в глубокозалегающих толщах рассматриваемой территории, наряду с разведочно-геофизическими методами, целесообразно использовать также результаты изменения фильтрационно-объемных характеристик пород, выявленных петрофизическими исследованиями, а также характер изменения скорости распространения сейсмических волн в зависимости от глубины.

## Список литературы

1. Юсифзаде Х.Б. Применение современных технологий в области разведки и добычи нефтегазовых месторождений в Азербайджане // Журнал АНХ. – 2013. – № 7–8. – С. 3–13.
2. Керимов К.М., Рахманов Р.Р., Хеиров М.Б. Нефтегазосность Южно-Каспийской мегавпадины. – Баку, 2001. – 317 с.
3. Хаин В.Е. Тектоника нефтегазоносных областей юго-восточного погружения Большого Кавказа. – М.: Гостоптехиздат, 1958. – 224 с.
4. Справочник по литологии / под ред. Н.Б. Вассоевича, В.Л. Либровича, Н.В. Логвиненко, В.И. Марченко. – М.: Недра, 1983. – 509 с.
5. Справочник по геологии нефти и газа. – М.: Недра, 1988. – 480 с.
6. Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана / А.А. Али-заде, Г.А. Ахмедов, А.М. Ахмедов, А.К. Алиев, М.М. Зейналов. – М.: Недра, 1966. – 390 с.
7. Бабазаде Б.Х., Путкарадзе Л.А. О поисках залежей газа и нефти в прибрежной морской зоне Апшеронского полуострова и Бакинского архипелага // Геология нефти и газа. – 1961. – № 10. – С. 7–11.
8. Соколов Б.А. Эволюция и нефтегазосность осадочных бассейнов. – М.: Наука, 1980. – 243 с.
9. Успенская Н.Ю., Таусон Н.Н. Нефтегазосные провинции и области зарубежных стран. – М.: Недра, 1972. – 283 с.
10. Али-Заде А.А., Салаев С.Г., Алиев А.И. Научная оценка перспектив нефтегазосности Азербайджана и Южного Каспия и направление поисково-разведочных работ. – Баку: ЭЛМ, 1985. – 227 с.
11. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых / под ред. Н.Б. Дортман. – М.: Недра, 1976. – 527 с.
12. Landolt-Bornstein tables. Physical properties of rocks / ed. G. Argenheisen. – N.Y., 1983. – Vol. V. – 373 p.
13. Theoretical and experimental investigations of physical properties of rocks and minerals under extreme p, T-conditions. – Berlin: Akademie Verlag, 1979. – 232 p.
14. Afandiyeva M.A., Guliyev I.S. Maicop group-shale hydrocarbon complex in Azerbaijan // 75th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC. – London, 2013. – P. 6–13. DOI: 10.3997/2214-4609.20130979.
15. Составление каталога коллекторских свойств мезокайнозойских отложений месторождений нефти-газа и перспективных структур Азербайджана: отчет Научно-исследовательского института геофизики № 105-2009 / Фонды Управления геофизики и геологии. – Баку, 2010. – 250 с.
16. О результатах петрофизических исследований отложений продуктивной толщи нефтегазоносных площадей Бакинского архипелага / М.С. Бабаев, Л.А. Султанов, Ш.А. Ганбарова, Т.А. Алиева // Известия высших технических учебных заведений Азербайджана. – 2014. – № 2. – С. 7–12.
17. Гурбанов В.Ш., Султанов Л.А., Аббасова Г.Г. Литолого-петрографические и коллекторские свойства мезокайнозойских отложений Прикаспийско-Губинского нефтегазоносного района // Геофизические новости Азербайджана. – 2014. – № 3–4. – С. 10–13.
18. Султанов Л.А., Наджаф-Куиева В.М., Аббасова Г.Г. О закономерности распределения скорости продольных волн и плотности осадочных пород Прикаспийско-Губинской области и междуречья Куры и Габырры // Тезисы докладов XX Губкинских чтений, Москва, 28–29 ноября 2013. – М., 2013.
19. Краткая геолого-геофизическая характеристика разреза земной коры района Саатлинской сверхглубокой скважины СГ-1 / В.Ш. Гурбанов, М.С. Бабаев, Л.А. Султанов, Р.Э. Рустамова // Азербайджан геологу. – 2012. – № 16. – С. 31–37.
20. Physical properties of the mineral system of the Earth's interior: international monograph Project 3 CAPG. – Praha, 1985. – 564 p.
21. Lebedev T.S. Model studies of physical properties of mineral matter in high pressure – temperature experiments // Phys. Earth and Planet. Inter. – 1980. – Vol. 25. – P. 292–303. DOI:10.1016/0031-9201(80)90126-0.
22. Рахманов Р.Р. Закономерности формирования и размещения зон нефтегазоаккумуляции в мезозойских отложениях Азербайджана. – Баку: ЭЛМ, 1985. – 108 с.
23. Кожевников Д.А. Петрофизическая инвариантность гранулярных коллекторов // Геофизика. – 2001. – № 4. – С. 31–37.
24. Рачинский М.З., Чилингар Дж. Результаты геолого-разведочных работ 1990–2005 гг., геологические аспекты перспектив и количественная оценка // Журнал АНХ. – 2007. – № 1. – С. 7–15.
25. Мехтиев У.Ш., Хеиров М.Б. Литолого-петрографические особенности и коллекторские свойства пород калинской и подкирмакинской свит Апшеронской нефтегазоносной области Азербайджана. – Баку, 2007. – Ч. 1. – 238 с.
26. Оценка перспектив нефтегазосности продуктивных толщ нижнего плиоцена мелководной зоны Апшеронского полуострова и Бакинского архипелага по комплексным данным геолого-геофизических исследований / Р.Р. Рахманов, Л.А. Султанов, В.М. Наджаф-Кулиева, Ш.А. Ганбарова // Материалы международного семинара, Ухта, 8–9 февраля 2013. – Ухта, 2013.

## References

1. Iusifzade Kh.B. Primenenie sovremennykh tekhnologii v oblasti razvedki i dobychi neftegazovykh mestorozhdenii v Azerbaidzhane [Application of modern technologies in the field of exploration and production of oil and gas fields in Azerbaijan]. *Zhurnal ANKh*, 2013, no. 7-8, pp. 3-13.
2. Kerimov K.M., Rakhmanov R.R., Kheirov M.B. Neftegazosnost' Iuzhno-Kaspiiskoi megavpadiny [Petroleum potential of the South Caspian megadepression]. Baku, 2001, 317 p.
3. Khain V.E. Tektonika neftegazonosnykh oblastei iugo-vostochnogo pogruzeniia Bol'shogo Kavkaza [Tectonics of the oil and gas bearing areas of southeast dipping of the Greater Caucasus]. Moscow: Gostoptekhizdat, 1958, 224 p.
4. Vassoevich N.B., Librovich V.L., Logvinenko N.V., Marchenko V.I. (Ed.) Spravochnik po litologii [Handbook on lithology]. Moscow: Nedra, 1983, 509 p.
5. Spravochnik po geologii nefiti i gaza [Handbook on Petroleum Geology]. Moscow: Nedra, 1988, 480 p.
6. Ali-zade A.A., Akhmedov G.A., Akhmedov A.M., Aliev A.K., Zeinalov M.M. Geologiya nefiannykh i gazovykh mestorozhdenii Azerbaidzhana [Geology of oil and gas fields in Azerbaijan]. Moscow: Nedra, 1966, 390 p.

7. Babazade B.Kh., Putkaradze L.A. O poiskakh zalezhei gaza i nefiti v pribrezhnoi morskoi zone Apsheronского полуостра i Bakinskogo arhipelaga [On the search for oil and gas deposits in the coastal marine area of the Absheron peninsula and Baku archipelago]. *Geologiya nefiti i gaza*, 1961, no.10, pp.7-11.
8. Sokolov B.A. Evoliutsiia i neftegazonosnost' osadochnykh basseinov [Evolution and petroleum potential of sedimentary basins]. Moscow: Nauka, 1980, 243 p.
9. Uspenskaia N.Iu., Tauson N.N. Neftegazonosnye provintsii i oblasti zarubezhnykh stran [Oil and gas bearing provinces and areas of foreign countries]. Moscow: Nedra, 1972, 283 p.
10. Ali-Zade A.A., Salaev S.G., Aliev A.I. Nauchnaia otsenka perspektiv neftegazonosnosti Azerbaidzhana i Iuzhnogo Kaspiia i napravlenie poiskovo-razvedochnykh rabot [Scientific evaluation of oil and gas potential of Azerbaijan and the South Caspian and direction of exploration]. Baku: Elm, 1985, 227 p.
11. Dortman N.B. (Ed.) Fizicheskie svoistva gornykh porod i poleznykh iskopaemykh [Physical properties of rocks and mineral resources]. Moscow: Nedra, 1976, 527 p.
12. Argenheisen G. (Ed.) Landolt-Bornstein tables. Physical properties of rocks. N.Y., 1983, vol. V, 373 p.
13. Theoretical and experimental investigations of physical properties of rocks and minerals under extreme p,T-conditions. Berlin: Akademie Verlag, 1979, 232 p.
14. Afandiyeva M.A., Guliyev I.S. Maicop group-shale hydrocarbon complex in Azerbaijan. *75th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC*. London, 2013, pp. 06-13. DOI: 10.3997/2214-4609.20130979.
15. Sostavlenie kataloga kollektorskiikh svoistv mezokainozoiskikh otlozhenii mestorozhdenii nefiti-gaza i perspektivnykh struktur Azerbaidzhana: otchet Nauchno-issledovatel'skogo instituta geofiziki № 105-2009 [Making catalog of reservoir properties of Meso-Cenozoic deposits of oil and gas prospective structures of Azerbaijan: report of the Research Institute of Geophysics number 105-2009]. Baku, 2010, 250 p.
16. Babaev M.S., Sultanov L.A., Ganbarova Sh.A., Alieva T.A. O rezul'tatakh petrofizicheskikh issledovaniy otlozhenii produktivnoi tolschi neftegazonosnykh ploshchadei Bakinskogo arhipelaga [On the results of petrophysical studies of deposits in oil and gas bearing productive strata of Baku archipelago areas]. *Izvestiia vysshikh tekhnicheskikh uchebnykh zavedenii Azerbaidzhana*, 2014, no.2, pp.7-12.
17. Gurbanov V.Sh., Sultanov L.A., Abbasova G.G. Litologo-petrograficheskie i kollektorskie svoistva mezokainozoiskikh otlozhenii Prikaspiisko-Gubinskogo neftegazonosnogo raiona [Lithologic-petrographic and reservoir properties of Meso-Cenozoic deposits of the Pre-Caspian-Guba oil and gas bearing district]. *Geofizicheskie novosti Azerbaidzhana*, 2014, no.3-4, pp.10-13.
18. Sultanov L.A., Nadzhaf-Kuieva V.M., Abbasova G.G. O zakonmernosti raspredeleniia skorosti prodol'nykh voln i plotnosti osadochnykh porod Prikaspiisko-Kubinskoi oblasti i mezhdurech'ia Kury i Gabyrry [On the distribution patterns of the longitudinal waves velocity and the density of sediments in the Caspian-Cuban region and between the rivers Kura and Gabyrry]. *Tezisy dokladov XX Gubkinskikh chtenii*, Moscow, 28-29 noiabria 2013. Moscow, 2013.
19. Gurbanov V.Sh., Babaev M.S., Sultanov L.A., Rustamova R.E. Kratkaia geologo-geofizicheskaia kharakteristika razreza zemnoi kory raiona Saatlinskoi sverkhglubokoi skvazhiny SG-1 [Brief geological and geophysical characteristics of the Earth's crust cut in Saatli district of the ultradeep well SG-1]. *Azerbaidzhan geologu*, 2012, no.16, pp.31-37.
20. Physical properties of the mineral system of the Earth's interior: international monograph Project 3 CAPG. Praha, 1985, 564 p.
21. Lebedev T.S. Model studies of physical properties of mineral matter in high pressure – temperature experiments. *Phys. Earth and Planet. Inter.*, 1980, vol.25, pp.292-303. DOI: 10.1016/0031-9201(80)90126-0.
22. Rakhmanov R.R. Zakonomernosti formirovaniia i razmeshcheniia zon neftegazonakopleniia v mezozoiskikh otlozheniakh Azerbaidzhana [Oil and gas accumulation zones' formation and distribution patterns in the Mesozoic deposits of Azerbaijan]. Baku: Elm, 1985, 108 p.
23. Kozhevnikov D.A. Petrofizicheskaia invariantnost' granuliamykh kollektorov [Petrophysical invariance of granular reservoir]. *Geofizika*, 2001, no.4, pp.31-37.
24. Rachinskii M.Z., Chilingar Dzh. Rezul'taty geologo-razvedochnykh rabot 1990-2005 gg., geologicheskie aspekty perspektiv i kolichestvennaia otsenka [Results of geological exploration in 1990-2005, geological aspects of prospects and quantitative evaluation]. *Zhurnal ANKh*, 2007, no.1, pp.7-15.
25. Mekhtiev U.Sh., Kheirov M.B. Litologo-petrograficheskie osobennosti i kollektorskie svoistva porod kalinskoi i podkirmakinskoi svit Apsheronskoi neftegazonosnoi oblasti Azerbaidzhana [Lithologic and petrographic characteristics and reservoir properties of rocks in Podkirmak and Kali suites of Absheron oil and gas area of Azerbaijan]. Baku, 2007, part 1, p. 238.
26. Rakhmanov R.R., Sultanov L.A., Nadzhaf-Kulieva V.M., Ganbarova Sh.A. Otsenka perspektiv neftegazonosnosti PT nizhnego pliotsena melkovodnoi zony Apsheronского полуострова i Bakinskogo arhipelaga po kompleksnym dannym geologo-geofizicheskikh issledovaniy [Estimation of oil and gas potential prospects of PT Lower Pliocene shallow areas of Absheron peninsula and Baku archipelago on integrated data of geological and geophysical studies]. *Materialy mezhdunarodnogo seminara, Ukhta, 8–9 fevralia 2013*. Ukhta, 2013.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Литолого-петрофизические характеристики меловых, палеоген-миоценовых отложений площадей Ялама, Худат и Сиязанской моноклинали в связи с их нефтегазонаосностью (юго-восточное погружение мегантиклинория Большого Кавказа) / В.Ш. Гурбанов, Н.Р. Нариманов, Л.А. Султанов, Г.Г. Аббасова, М.С. Ибрагимли // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т.15, №20. – С. 204–215. DOI: 10.15593/2224-9923/2016.20.1

Please cite this article in English as:

Gurbanov V.Sh., Narimanov N.R., Sultanov L.A., Abbasova G.G., Ibragimli M.S. The lithological-petrography characteristics of Chalk, Paleogen-Miocene deposits of Yalama-Khudat areas and Siyazan monocline anticline in connection with their oil and gas content (south-east immersions of megaanticlinoric of Greater Caucasus). *Bulletin of PNRPU. Geology. Oil & Gas Engineering & Mining*, 2016, vol.15, no.20, pp.204–215. DOI: 10.15593/2224-9923/2016.20.1