
ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 553.982.2

DOI: [10.46698/VNC.2020.17.62.008](https://doi.org/10.46698/VNC.2020.17.62.008)

Оригинальная статья

Пространственное распространение пермо-триасовых отложений Восточного Предкавказья и их нефтегазоносность

М. А. Хасанов ¹, Т. Б. Эзирбаев ^{1,2}, А. С. Эльжаев ¹

¹ФГБОУ ВО Грозненский государственный нефтяной технический университет
им. акад. М. Д. Миллионщикова, Россия, 364051, Чеченская Республика,
г. Грозный, пр-т им. Х. А. Исаева, д. 100, e-mail: timersno@mail.ru;

²ФГБУН Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова РАН,
Россия, 364051, г. Грозный, Старопромысловское шоссе, 21а

Статья поступила: 03.05.2020, доработана: 20.06.2020, одобрена в печать: 25.06.2020

Резюме: **Актуальность** изучаемой проблемы заключается в том, что месторождения нефти и газа Восточного Предкавказья являются одними из самых длительно разрабатываемых в России. Однако в настоящее время, когда объем геологоразведочных работ на нефть и газ значительно снизился, прирост запасов УВ сократился до минимума. Но по оценкам различных геологических служб РФ, в глубоководных пермо-триасовых отложениях Восточного Ставрополя и Равнинного Дагестана еще может содержаться значительный объем углеводородного сырья. И для определения правильного комплекса геологоразведочных работ на нефть и газ необходим комплексный анализ всех геологических и промыслово-геофизических материалов, результатов лабораторного анализа петрофизических свойств, обобщение и ревизия результатов опробования и испытания карбонатных отложений изучаемых отложений с целью выявления закономерностей развития коллекторов. В связи с этим выполнение данной работы в настоящее время является актуальной задачей. **Цель работы** – обобщить многочисленные исследования по изучению литолого-петрографических особенностей отложений Пермо-триасового комплекса Восточного Предкавказья и его битуминологической характеристике, которые говорят о том, что в разрезе его имеются мощные толщи пород, обладающие богатым потенциалом генерации жидких и газообразных углеводородов. В первую очередь, к ним следует отнести карбонатные и карбонатно-терригенные породы нижнего-среднего триаса морского генезиса (Нефтекумская, Култайская, Демьяновская и Кизлярская свиты). Существенный объем углеводородов могли генерировать и карбонатно-терригенные и терригенные пестроцветные породы среднего триаса лагунно-морского и лагунно-континентального генезиса (Плавненская и Закумская свиты), а также терригенная пестроцветная толща пород верхней Перми преимущественно морского генезиса (Куманская свита). **Методы исследования.** В статье рассмотрены проблемы расчленения разреза на пласты и выделения коллекторов, оценки их фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов, обоснования нефтегазонасыщенности и проницаемости продуктивных пластов. Для установления закономерностей распространения коллекторов и составления рекомендаций на проведение геологоразведочных работ, направленных на поиск нефти и газа в изучаемом нефтегазональном комплексе был выполнен анализ литофациальных, петрофизических и емкостно-фильтрационных свойств пород-коллекторов в разрезе нижнетриасовых отложений нефтекумской свиты Восточного Ставрополя. В работе так же приведены результаты геофизических и лабораторных исследований, которые содержат данные о петрофизических и физико-химических свойствах изучаемых пород отложений нижнего триаса: пористость; объемный вес; карбонатность; коэффициент гидрофобности, удельное электрическое сопротивление; интервальное время распространения упругих продольных волн. **Результаты исследования.** Из комплексного анализа распределения головных петрофизических параметров и

результатов испытания скважин видно, что лишь на юго-востоке получены притоки нефти из карбонатных коллекторов нефтекумской свиты. В области хемогенного (доломитового) карбонатакопления продуктивными являются XI-XII пласты средней подсвиты, в области массового развития биогермных построек и межрифтовых понижений продуктивными являются I-VI пласты нефтекумской свиты. В областях мелко-водного карбонатакопления находятся водонасыщенные коллектора.

Ключевые слова: нефтекумская свита, емкостно-фильтрационные свойства, пористость, проницаемость, остаточная водонасыщенность, нефтегазоносность.

Для цитирования: Хасанов М.А., Эзирбаев Т.Б., Эльжаев А.С. Пространственное распространение пермо-триасовых отложений Восточного Предкавказья и их нефтегазоносность. *Геология и геофизика Юга России*. 2020. 10 (2): 113-126. DOI: 10.46698/VNC.2020.17.62.008.

==== GEOLOGY, PROSPECTING AND EXPLORATION OF OIL AND GAS FIELDS ====

DOI: [10.46698/VNC.2020.17.62.008](https://doi.org/10.46698/VNC.2020.17.62.008)

Original paper

Spatial distribution of Permian-Triassic deposits of the Eastern Ciscaucasia and their oil and gas potential

M. A. Khasanov¹, T. B. Ezirbaev^{1,2}, A. S. Eljaev¹

¹Grozny State Oil Technical University named after Academician M. D. Millionshchikov, 100 Kh. A. Isaeva, Grozny 364051, Russian Federation, e-mail: timersno@mail.ru;

²Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, 21a Staropromyslovskoe highway, Grozny 364051, Russian Federation

Received: 03.05.2020, revised: 20.06.2020, accepted: 25.06.2020

Abstract: Relevance. The urgency of the studied problem lies in the fact that the oil and gas fields of the Eastern Ciscaucasia are one of the longest developed in Russia. However, at present, when the volume of exploration for oil and gas has significantly decreased, the increase in hydrocarbon reserves has decreased to a minimum. But according to estimates of various geological services of the Russian Federation, in the deeply submerged Permo-Triassic sediments of the East Stavropol and Plain Dagestan, a significant amount of hydrocarbon raw materials may still be contained. And to determine the correct complex of geological exploration for oil and gas, a comprehensive analysis of all geological and field geophysical materials, results of laboratory analysis of petrophysical properties, generalization and revision of the results of testing and testing of carbonate deposits of the studied deposits in order to identify patterns of reservoir development are necessary. In this regard, the implementation of this work is currently an urgent task. **The purpose of the work** is to summarize numerous studies on the lithological and petrographic features of the Permian-Triassic deposits of the Eastern Ciscaucasia and its bituminological characteristics, which indicate that it contains powerful rock strata with a rich potential for generating liquid and gaseous hydrocarbons. First of all, these include carbonate and carbonate-terrigenous rocks of the Lower-Middle Triassic of marine origin (Neftekumskaya, Kultayskaya, Demyanovskaya and Kizlyarskaya suites). A significant amount of hydrocarbons could be generated by both carbonate-terrigenous and terrigenous variegated rocks of the Middle Triassic of the lagoon-marine and lagoon-continental genesis (Plavnenskaya and Zakumskaya Formations), as well as terrigenous variegated strata of rocks of the upper Perm mainly of the marine genesis (Kuman Formation). **Research Methods.** The article discusses the problems of dividing a section into formations and separating reservoirs, assessing their filtration and reservoir properties of reservoir rocks, substantiating oil and gas saturation and permeability of productive formations. In order to establish the patterns of reservoir distribution and make recommendations for geological exploration aimed at finding oil and gas in

the studied oil and gas complex, the lithofacial, petrophysical, and capacitive-filtration properties of reservoir rocks were analyzed in the context of the Lower Triassic sediments of the Neftekum Formation. The paper also presents the results of geophysical and laboratory studies, which contain data on the petrophysical and physico-chemical properties of the studied rocks of the Lower Triassic sediments: porosity; volume weight; carbonate content; hydrophobicity coefficient, electrical resistivity; interval propagation time of elastic longitudinal waves. **The results.** From a comprehensive analysis of the distribution of the leading petrophysical parameters and the results of well testing, it is clear that oil flows from the carbonate reservoirs of the Neftekum Formation were obtained only in the southeast. In the area of chemogenic (dolomitic) carbonate accumulation, the XI-XII layers of medium subformation are productive, in the field of mass development of bioherm constructions and inter-riff depressions, I-VI layers of the Neftekum suite are productive. In areas of shallow carbonate accumulation are water-saturated reservoirs.

Keywords: Neftekumskaya suite, capacitance-filtration properties, porosity, permeability, residual water saturation, oil and gas content.

For citation: Khasanov M. A., Ezirbaev T. B., Eljaev A. S. Spatial distribution of Permian-Triassic deposits of the Eastern Ciscaucasia and their oil and gas potential. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South.* (in Russ.). 2020. 10 (2): 113-126. DOI: 10.46698/VNC.2020.17.62.008.

Введение

Многочисленные исследования по изучению литолого-петрографических особенностей отложений пермо-триасового комплекса Восточного Предкавказья и его битуминологической характеристики говорят о том, что в разрезе его имеются мощные толщи пород, обладающие богатым потенциалом генерации жидких и газообразных углеводородов. В первую очередь, к ним следует отнести карбонатные и карбонатно-терригенные породы нижнего-среднего триаса морского генезиса (нефтекумская, култайская, демьяновская и кизлярская свиты). Существенный объем углеводородов могли генерировать карбонатно-терригенные и терригенные пестроцветные породы среднего триаса лагунно-морского и лагунно-континентального генезиса (плавненская и закумская свиты), а также терригенная пестроцветная толща пород верхней Перми преимущественно морского генезиса (куманская свита) [Вобликов, Чумаченко, 2001].

Цель работы

Изучение фильтрационно-емкостных свойств и гидрогеологической обстановки пластов-коллекторов в разрезе пермо-триасового комплекса затруднено их литологическими особенностями, а также слабыми техническими возможностями. Высокая трещиноватость и кавернозность отдельных прослоев горизонтов-коллекторов карбонатных пород существенно снижает вынос наиболее представительных образцов керна для изучения коллекторских свойств лабораторными методами, а также существенно искажает их истинные параметры, получаемые при проведении промысловых и промыслово-геофизических исследований в результате загрязнения глинистым и цементными растворами. Достаточно отметить, что вынос керна продуктивных горизонтов нефтекумской свиты, как правило, не превышает 1%, а поднятые образцы пород представляют наиболее плотные их разности. Высокая трещиноватость и кавернозность карбонатных горизонтов способствуют понижению коллекторских свойств, за счет поглощения глинистого и тампонажного растворов в процессе бурения и крепления скважин [Вобликов и др., 1999, 2010; Туманова и др., 1999; Wanas, Soliman, 2018; Vergés et al., 2020; Juan I. Soto et al., 2017].

Наиболее надежно в разрезе пермо-триасового комплекса выделяются следующие нефтенасыщенные пласты-коллекторы, связанные с карбонатными породами:

– в среднетриасовом нефтегазоносном комплексе – пласт известняка, залегающий в подошве, плавненской свиты (ладинский ярус). С ним связаны все известные в среднем триасе Восточного Предкавказья скопления нефти (Сухокумское, Восточно-Сухокумское, Солончаковое и др.). Этот горизонт в Дагестане отнесен к анизийскому ярусу.

– в нижней триасе таких два объекта: один в култайской свите (оленекский ярус), а другой – в нефтекумской (индский ярус).

С нефтекумскими известняками связано подавляющее большинство выявленных залежей нефти в Восточном Предкавказье. В среднетриасовом комплексе выявлено шесть залежей.

Коллекторские свойства продуктивных горизонтов соответственно изучены намного лучше в нефтекумских отложениях, среднетриасовые коллектора целенаправленно не изучались. В рамках настоящей темы сделана попытка восполнить этот пробел в пределах Восточного Ставрополя.

Методы исследования

Для анализа закономерностей изменения коллекторских свойств по разрезу анизийских отложений использованы данные петрофизических исследований 540 образцов кернового материала, извлеченного из 65 скважин по 28 разведочным площадям и месторождениям Восточного Ставрополя. Анализ проведен отдельно для образцов нижнего и верхнего подъярусов (358 и 182 образцов соответственно). Изучены два основных типа пород: обломочные – песчаники, алевролиты; и карбонатные – известняки и мергели. Карбонатные породы в целом характерны для нижнего подъяруса.

Абсолютное большинство (81%) образцов кернового материала из нижнего анизия содержат карбонатные породы. Остальное представлено единичными образцами обломочных пород (аргиллиты, песчаники, алевролиты), поэтому данные их петрофизических характеристик не обладают достаточной достоверностью.

Проведенные исследования показали, что карбонатные отложения нижнего подъяруса анизийских отложений являются слабопроницаемыми, с низкими коллекторскими свойствами. По классификации коэффициента проницаемости Теодоревича Г. И. они относятся к IV классу с $K_{пр} = 0,001-0,01$ мкм², а по классификации открытой пористости Авдусина П. П. и Цветковой М. А. данные отложения относятся к классу E, то есть к породам с открытой пористостью менее 5%. Следовательно, отложения нижнего подъяруса относятся к коллекторам IV-V классов.

Структура карбонатных пород нефтекумской свиты Восточного Ставрополя довольно сложная, так как состоит из нескольких компонент. В связи с этим при создании объемной модели такой многокомпонентной сложной трещинно-кавернозно-гранулярной породы был применен стохастический метод, при котором задаются условием, что блок породы сложен из скелета, содержащего карбонатную, доломитовую, глинистую составляющие с примесями других частиц, и межгранулярных пор. Для создания описанной модели использовалось равенство:

$$C_{изв} + C_{дол} + C_{песч} + C_{гл} + K_{пб} = 1,$$

где $C_{изв}$, $C_{дол}$, $C_{песч}$, $C_{гл}$ – соответственно объемное относительное содержание в блоке известняка, доломита, песчаника и глины;

$K_{пб}$ – межзерновая блоковая пористость.

Удельное электрическое сопротивление (УЭС) сложных карбонатных коллекторов определяется пористостью, структурой пустотного пространства и сопротивлением флюидов, насыщающих пустоты. Для петрофизической модели электропроводности сложного коллектора, УЭС является одним из наиболее информативных параметров, изучаемых методами ГИС. Влияние на УЭС пустот различного строения (пор, трещин, каверн), образующих емкостное пространство коллектора, проявляется по-разному. Для определения этого влияния была построена зависимость УЭС от коэффициента открытой пористости по керну (коэффициент корреляции 0,73). Изменение происходит по экспоненциальному закону, т.е. с уменьшением пористости удельное сопротивление возрастает. Для более полной характеристики модели электропроводности была определена зависимость параметра пористости от коэффициента открытой пористости (по керну).

На основании анализа диаграмм стандартного каротажа и изучения петрофизических свойств разреза некоторые исследователи делят отложения нефтекумской свиты на 15 пластов (Сосон М. Н., Борисенко З. Г., Плотников М. С. и др.). Породы 1-3 пласта характеризуются значениями УЭС по БК порядка 240-250 Ом•м, затем идет уменьшение сопротивления до 10 пласта (от 60 Ом•м до 150 Ом•м). Для 10 пласта вновь характерно увеличение сопротивления, и затем снова уменьшение до 15 пласта. Соответственно меняются и другие характеристики пород. В процессе работы были рассмотрены результаты испытания и интерпретации материалов ГИС. Анализировались данные по 120 скважинам [Сосон и др., 1985].

В результате проведенного анализа было определено, к каким пластам приурочены испытания скважин и получены притоки УВ. Основные испытания выполнялись в кровельной части.

В основном, притоки нефти были получены из отложений верхней подсвиты (1-6 пласты) нефтекумской свиты: в 17 случаях были получены притоки нефти или нефти с водой, в 8 случаях – притоки воды, в 5 случаях – нет притока.

В отложениях средней подсвиты, наиболее продуктивными оказались 11-12 пласты, представленные доломитами или доломитизированными известняками, что еще раз подтверждает вывод об улучшении емкостно-фильтрационных характеристик вследствие доломитизации пород.

Поровое пространство карбонатных коллекторов нефтекумской свиты, было изучено с помощью акустического каротажа, достоверность результатов которого была подтверждена результатами лабораторного исследования образцов керна с использованием установки ИСУ-1 (измеритель скорости ультразвука). Ультразвуковые волны, распространяясь в различных средах, поглощаются и рассеиваются с различной интенсивностью в зависимости от плотности, пористости, однородности состава и других текстурно-структурных свойств породы. Исследованные таким образом карбонатные породы изучаемых отложений показывают довольно большой разброс скоростей распространения ультразвука, от 3500 до 6000 м/с.

Проведенная оценка емкостных свойств карбонатных пород нефтекумской свиты по данным промыслово-геофизических исследований показала, что средняя величина трещиновато-кавернозной пористости составляет около 1,6% [Чепак и др., 1980].

Гидрогеологическая обстановка анизийских отложений практически не изучена, но опять-таки по аналогии с нефтекумскими известняками можно прогнозировать их схематическую характеристику.

Большинство скважин, вскрывших известняки, нефтекумской свиты, сосредото-

точены в пределах Величаевско-Максимокумского вала, к тому же около 30% их ликвидировано без опробования. Учитывая резкую изменчивость гидрогеологической обстановки, все это предопределило слабую гидрогеологическую изученность пермо-триасового комплекса.

Анализ петрофизических параметров указывает на то, что разные интервалы проницаемости имеют «свои» нижний и верхний пределы пористости, однако с низкими фильтрационными свойствами (доли мкм²) характеризуются наибольшими значениями пористости [Хасанов, 2011; Хасанов, Эльжаев, 2010; Хасанов и др., 2017; Hasanov et al., 2017; Ishiyama et al., 2010; Rogers et al., 2006; Ruchko, Kurgansky, 2015; Waxman, Smit, 1968].

В таблице представлены средние значения петрофизических параметров, которые были определены для трех подсвит нефтекумской свиты.

Анализ петрофизических свойств свидетельствует о том, что карбонатные породы-коллекторы нижнего триаса относятся к трещинному типу.

Остаточная водонасыщенность в анализируемых образцах изменяется от 16,9

Таблица 1. / Table 1.

**Петрофизическая характеристика пород нефтекумской свиты. /
Petrophysical characteristics of the rocks of the Neftekum suite**

Порода / Rock	К _{п. отк} , %	К _{пр} , мкм ²	$\delta_{0, Г/см^3}$	CaCO ₃	К _{п. нас} , %
Среднее значение петрофизических параметров для T _{1nf} ¹ / The average value of the petrophysical parameters for T _{1nf} ¹					
известняки / limestones	1,7	0,16	2,64	80,3	1,2
мергели / marls	1,74	0,001	2,69	45,2	1,1
песчаники / sandstones	3,39	0,06	2,62	33,7	-
алевролиты / siltstones	2,03	0,16	2,69	26,7	-
Среднее значение петрофизических параметров для T _{1nf} ² / The average value of the petrophysical parameters for T _{1nf} ²					
известняки / limestones	2,05	0,14	2,66	83,3	2,69
доломиты / dolomites	6,87	0,76	2,64	91,3	-
мергели / marls	2,44	0,006	2,64	52,6	-
Среднее значение петрофизических параметров для T _{1nf} ³ / The average value of the petrophysical parameters for T _{1nf} ³					
известняки / limestones	2,49	0,48	2,64	84,63	1,61
доломиты / dolomites	5,42	0,76	2,6	88,2	-
мергели / marls	4,31	-	2,57	54,4	-
песчаники / sandstones	5,1	0,5	2,4	9,01	-
алевролиты / siltstones	3,8	-	2,58	23,3	-

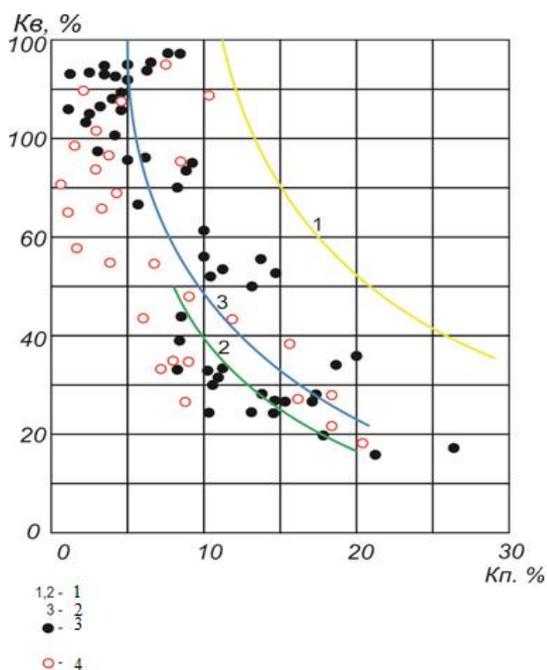


Рис. 1. Связь остаточной водонасыщенности с пористостью для нижне-триасовых отложений Равнинного Дагестана и Ставропольского края. Условные обозначения: 1) для мелоподобных и мелкозернистых известняков (по Арчи) соответственно; 2) для карбонатных пород нижнего триаса Восточного Предкавказья; 3) K_v и K_l определены по керну равнинного Дагестана и Ставрополя соответственно (С. С. Итенберг, Г. А. Шнурман, 1984 г.); 4) точки, соответствующие данным, полученным Хасановым М. А./

Fig. 1. Relation of residual water saturation with porosity for the Lower Triassic deposits of Plain Dagestan and the Stavropol Territory. Legends: 1) for chalk-like and fine-grained limestones (according to Archi), respectively; 2) for carbonate rocks of the lower Triassic of the Eastern Caucasus; 3) K_v and K_l are determined from the core of plain Dagestan and Stavropol, respectively (S. S. Itenberg, G. A. Shnurman, 1984); 4) points corresponding to the data obtained by M. A. Khasanov.

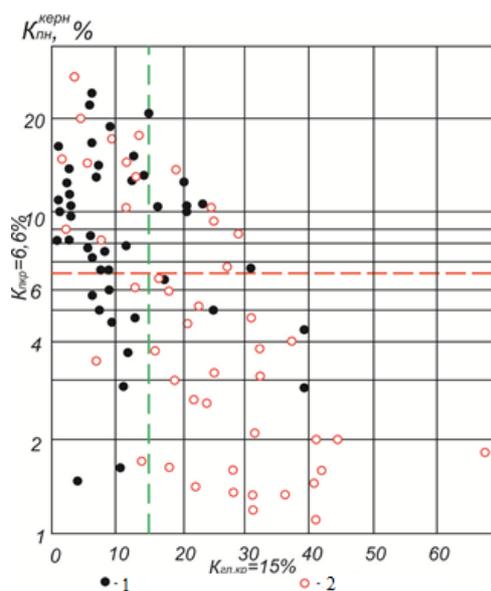


Рис. 2. Сопоставление величин пористости насыщения и объемной глинистости по керну (по пермо-триасовым отложениям Равнинного Дагестана). Условные обозначения: 1) Нефтекумские отложения; 2) Анизийские отложения /

Fig. 2. Comparison of the values of saturation porosity and clay volume by core (Perm-Triassic deposits of Plain Dagestan). Legends: 1) Neftekumsk sediments; 2) Aniziysk sediments

до 95,2% в зависимости от величины пористости (рис. 1), которая в свою очередь зависит от степени глинистости пород (рис. 2).

Наиболее важным и сложным вопросом в познании закономерностей размещения промышленных скоплений нефти и газа в разрезе пермо-триасового комплекса является изучение генезиса уже известных и возможных, еще не выявленных ловушек в нем – их форма, объем и типы, время формирования и заполнения углеводородами, а также рассредоточение в регионе.

Как известно, почти все выявленные в триасе Восточного Предкавказья залежи углеводородов связаны с небольшими локальными ловушками, геологическое строение которых и особенно их генезис, до настоящего времени не имеет однозначной трактовки. Обусловлено это не только своеобразным характером тектонического

развития территории Восточного Предкавказья в триасовое время, но также и сравнительно низкой степенью изученности этого комплекса.

Одни исследователи (Бурштар М. С. и др., 1972) считают, что основную роль в формировании локальных структур в пермо-триасе сыграли тектонические движения блоков фундамента, имевшие место в раннетриасовую, предсреднетриасовую и позднетриасовую эпохи. С этими движениями связано широкое развитие многочисленных разрывных нарушений в пермо-триасовом комплексе. В результате складкообразовательных процессов образовались разрывно-блоковые структуры и складки с крутыми (до 60°) крыльями. Другие (Сократов Б. Г., Онищенко Б. А., 1976), отвергая блоко-глыбовую структуру, считают, что тектоника пермо-триасовых отложений определяется широким развитием линейных складок, характерных для областей умеренной складчатости. Третьи (Горкушин А. С. и др., 1974, Назаревич Б. П. и др., 1980) утверждают, что все локальные ловушки, в частности в карбонатных отложениях нефтекумской свиты, имеют рифогенное строение [Бурштар, Милешин, 1970].

Большинство же геологов (Гасангусейнов Г. Г., 1978, Стасенков В. В. и др., 1980, Полосин Б. А. и др., 1980. и др.) разделяют точку зрения, предполагающую эрозионно-останцевый характер происхождения локальных поднятий в карбонатной толще нефтекумской свиты Восточного Предкавказья, и генетически связанных с ними локальных поднятий в вышележащих среднетриасовых отложениях [Чепак и др., 1980; Шарафутдинов и др., 1978; Шнурман, Бирюкова, 1981].

Основным генетическим типом ловушек в разрезе пермо-триасового комплекса являются сложные стратиграфически экранированные ловушки, связанные с выступами или останцами трещиноватых и трещиновато-кавернозных известняков нефтекумской свиты.

Промышленная нефтегазоносность триасовых отложений приурочена к двум крупным структурным элементам: зоне Манычских прогибов и несколько меньшее их число приурочено к Прикумской свите поднятий. Запасы углеводородного сырья большей частью сконцентрированы в нижнетриасовой и среднетриасовой толщах триасовой системы. В каждой из названных толщ имеются нефтенасыщенные пласты-коллекторы, сохранность залежей в которых обеспечивается наличием мощных экранирующих толщ в разрезе.

В среднетриасовом комплексе таким пластом является пласт известняка, залегающий в подошве плавненской свиты (ладинский ярус), с которым связаны все известные в среднем триасе Восточного Предкавказья скопления нефти (Сухокумское, Восточно-Сухокумское, Солончаковое и др.). В нижнем триасе два таких объекта: один в култайской свите (оленекский ярус), а другой в нефтекумской (индский ярус). Сложены они также известняками, либо доломитами или доломитизированными известняками.

Залежи углеводородов в триасовых отложениях Восточного Предкавказья имеют довольно широкий диапазон по глубинам – от 3500 до 4800 метров, причем наибольшее их количество (63%) находится на глубинах свыше 4000 м, большая же часть выявленных запасов (68%) сосредоточена на глубинах до 4000 м.

Наряду с положительным влиянием различных факторов, определяющих закономерности формирования и размещения ловушек и залежей углеводородов в пермо-триасовом разрезе, их взаимодействие привело также и к отрицательным результатам, что определило степень перспективности или бесперспективности от-

дельных участков исследуемого района. Проявление главной фазы нефтеобразования в позднем триасе способствовало заполнению нефтью и газом всех ловушек в разрезе пермо-триасового комплекса, сформированных к этому времени. Наиболее же благоприятным взаимодействием рассмотренных факторов для формирования промышленных скоплений углеводородов оказалось для ловушек, связанных с трещиноватыми и трещиновато-кавернозными известняками нефтекумской свиты и образованных в позднем оленек-анизие.

Однако, активное проявление эрозионно-денудационных процессов на поверхности пермо-триасового комплекса в позднем триасе и ранней юре, привело к частичному или полному расформированию ловушек и залежей нефти в них. Этот фактор оказался главным в определении степени перспективности отдельных участков региона.

Разная глубина эрозии пермо-триасовых отложений в сводах крупных валлообразных поднятий – Ачикулакского, Величаевско-Максимокумского, Дадынского, предопределила и разную степень расформирования ловушек и залежей нефти в их пределах. В пределах Ачикулакского вала, занимающего самое высокое гипсометрическое положение в позднетриасовое время, эрозией были уничтожены ловушки, сформированные как в позднем оленеке – анизие, так и в позднем триасе.

Величаевско-Максимокумский вал занимал более низкое гипсометрическое положение, поэтому здесь ловушки, следовательно, и залежи нефти, связанные с известняками нефтекумской свиты, в позднем триасе – ранней юре претерпели частичное или полное расформирование. Ловушки в среднем триасе в сводовой части были полностью уничтожены. Возможные ловушки могли сохраниться лишь в бортовых зонах, на участках погружения отложений в сопредельные прогибы. В средней юре произошла повторная герметизация ловушек за счет накопления глинистых толщ пород, выполняющих роль покрышек. В связи с этим установленные и прогнозируемые здесь залежи нефти имеют, и будут иметь различную степень заполнения ловушек.

Западная и восточная части Дадынского вала в пределах изученной площади имеют различные условия сохранности ловушек в пермо-триасовом комплексе. В западной части вала (к западу от Арбалинской площади) ловушки подверглись расформированию в позднем триасе – ранней юре. Вновь сформированные здесь ловушки и залежи нефти в средней юре, расположенные на крыльях вала, являются вторичными и менее перспективными по степени их заполнения. В восточной части вала ловушки и залежи нефти не подвергались эрозии в позднем триасе и ранней юре, но здесь перспективы нефтеносности анизийских отложений являются сомнительными из-за их повышенной глинистости.

Благоприятная последовательность взаимодействия рассмотренных факторов (образование резервуаров – ловушек – проявление ГФН) могла привести также к формированию залежей нефти и газа в ловушках, связанных с трещиноватыми горизонтами карбонатных пород кизлярской, плавненской, закумской свит. Примеры таких залежей, приуроченных к плавненской свите, имеются в Равнинном Дагестане. Ловушки же в кизлярской свите, обладающие слабыми фильтрационно-емкостными свойствами вследствие повышенной глинистости карбонатных отложений, являются менее перспективными для поисков залежей нефти и газа по сравнению с ловушками в известняках нефтекумской свиты.

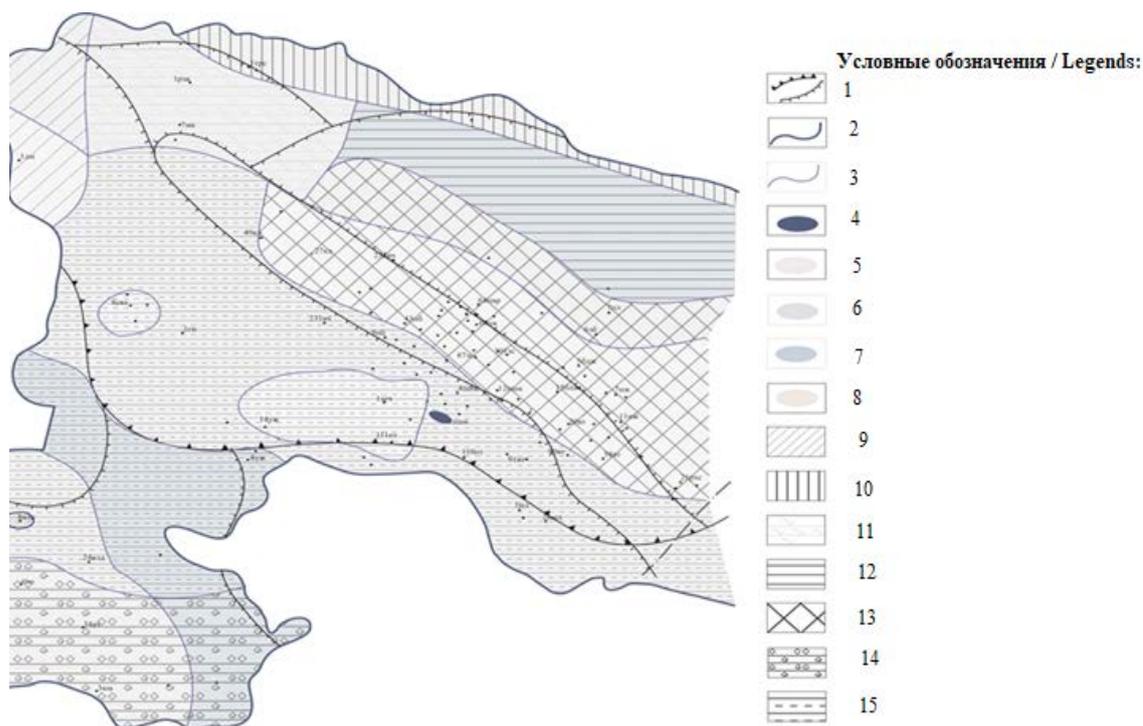


Рис. 3. Карта распространения резервуаров различных классов нижнетриасовых отложений Восточного Предкавказья. Условные обозначения: 1) границы тектонических элементов I и II порядков; 2) граница распространения нефтекумской свиты; 3) границы распространения классов коллекторов; 4) область отсутствия отложений нефтекумской свиты; 5) коллектор III класса; 6) коллектор IV класса; 7) зоны предполагаемого отсутствия коллекторов; 8) локальный природный резервуар III класса в области развития одиночных биогермных построек; 9) природный резервуар в области относительно глубоководного осадконакопления с проявлением вулканизма; 10) природный резервуар в относительно глубокой области открытого бассейна нормальной солености; 11) природный резервуар в области мелководного карбоната накопления с привнесом терригенных пород; 12) область мелководной карбонатной и глинистой седиментации в условиях гидродинамического режима; 13) природный резервуар в области массового развития биогермных построек и межрифтовых понижений; 14) природный резервуар в области мелководного осадконакопления с проявлениями вулканизма; 15) природный резервуар в области мелководного карбоната накопления (зернистые и органогенные известняки). /

Fig. 3. Map of the distribution of reservoirs of various classes of Lower Triassic sediments of the Eastern Ciscaucasia. Legends: 1) boundaries of tectonic elements of I and II orders; 2) boundary of distribution of the Neftekumsk formation; 3) boundaries of distribution of collector classes; 4) the area of the lack of Neftekumsk sediments suites; 5) class III collector; 6) class IV collector; 7) areas of presumed lack of collectors; 8) local natural reservoir of class III in the field of development of single biohermal construction; 9) natural reservoir in the area of relative deep-water sedimentation with the manifestation of volcanism; 10) a natural reservoir in a relatively deep area of an open pool of normal salinity; 11) natural reservoir in the area of shallow-water carbonation with the introduction of terrigenous soils; 12) the area of shallow water carbonate and clay sedimentation under hydrodynamic conditions; 13) natural reservoir in the area of mass development of biohermal construction and inter-reef depressions; 14) natural reservoir in the area of shallow sedimentation with manifestations of volcanism; 15) natural reservoir in the area of shallow water carbonation (granular and organogenic limestones)

Следует также учитывать то обстоятельство, что большая часть ловушек и залежей нефти в среднетриасовых отложениях претерпела частичное или полное расформирование в позднем триасе – ранней юре за счет эрозионно-денудационных процессов. Вторичная герметизация оставшихся ловушек произошла в средней юре.

Это обстоятельство также отрицательно сказалось на степени заполнения ловушек нефтью.

Выводы

Руководствуясь общепринятой классификацией карбонатных коллекторов в изучаемом регионе, выявлены области распространения коллекторов III и IV классов, а также области предполагаемого отсутствия коллекторов (рис. 1).

Область спорадического распространения резервуара III класса отмечается на северном склоне Величаевско-Максимокумского вала и Таловской ступени (площади Зимняя Ставка, Величаевско-Колодезная, Безводненская и др.). Коллектор резервуара представлен светло-серыми и белыми трещиновато-кавернозными известняками. Емкостно-фильтрационные свойства резервуара в основном обусловлены вторичной пористостью известняков и доломитов. Среднее значение открытой пористости известняков – 3,25%, доломитов – 3,44%.

В районе Довсунского прогиба и северного склона Ачикулакского вала возможно развитие локальных резервуаров III класса, связанных с единичными органогенными постройками.

На севере и юге рассматриваемой территории были выделены зоны отсутствия коллекторов в отложениях нефтекумской свиты. В пределах северной зоны, приуроченной к Восточно-Манычскому прогибу, получили развитие единичные органогенные постройки, расположенные на границе с северной областью распространения резервуара IV класса.

Из комплексного анализа распределения головных петрофизических параметров и результатов испытания скважин видно, что большая часть территории занята породами с низкими емкостно-фильтрационными характеристиками. Водонасыщенные коллектора, в основном, расположены на юге территории, и лишь на юго-востоке получены притоки нефти из карбонатных коллекторов нефтекумской свиты. В области хемогенного (доломитового) карбонатонакопления продуктивными являются XI-XII пласты средней подсвиты, в области массового развития биогермных построек и межрифовых понижений продуктивными являются I-VI пласты нефтекумской свиты. В областях мелководного карбонатонакопления находятся водонасыщенные коллектора.

Литература

1. Бурштар М. С., Милешина А. Г. Геология триасовых отложений Восточного Предкавказья. // Геология нефти и газа. – 1970. – № 10. – С. 25-27.
2. Вобликов Б. Г., Чумаченко И. А. Анализ стратиграфического распределения нефтегазоносности в отложениях нефтекумской свиты и прогноз зон нефтегазонакопления в пределах Восточного Предкавказья. // Материалы V региональной научно-технической конференции «Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону». Часть 1. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2001. – С. 45.
3. Вобликов Б. Г., Стерленко З. В., Гридин В. А., Туманова Е. Ю., Чумаченко И. А. Условия формирования и закономерности распространения нефтекумского природного резервуара в пределах Центрального и Восточного Предкавказья. // Теория и практика добычи, транспорта и переработки газоконденсата. – Сборник научных трудов. Выпуск 1. – Астрахань. – 1999. – С. 39-45.
4. Вобликов Б. Г., Стерленко З. В., Туманова Е. Ю., Мельников С. А., Туманова Н. Ю., Хасанов М. А. Условия нефтегазоносности пермо-триасовых отложений Восточного Пред-

кавказья. // Материалы XXXIX научно-технической конференции по итогам работы профессорско-преподавательского состава СевКавГТУ за 2009 год. Том I. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – 206 с.

5. Сосон М. Н., Борисенко З. Г., Плотников М. С. Подсчет и пересчет запасов нефти и растворенного газа Зимне-ставкинско-Правобережного (с Поварковским полем) и Пушкинского м-ний Ставропольского края. // СевКавНИПИнефть, Ставропольнефтегаз. Газы горючие и благородные, Нефть. – Пятигорск. – 1985.

6. Туманова Е. Ю., Гридин В. А., Стерленко З. В., Вобликов Б. Г., Чумаченко И. А. Исследования петрофизических параметров пород-коллекторов нефтекумской свиты Восточного Предкавказья. // Материалы XXIX научно-технической конференции по результатам научно-исслед. Работы проф.-препод. состава, аспирантов и студентов за 1998 г. Том 1. – Ставрополь: Изд-во СевКавГТУ, 1999. – С. 38-39.

7. Хасанов М. А. Емкостно-фильтрационная модель пород-коллекторов нижнего триаса Восточного Предкавказья. // Каротажник. – 2011. – № 4 (202). – С. 12-19.

8. Хасанов М. А., Эльжаев А. С. Особенности емкостно-фильтрационной характеристики нижне-триасового природного резервуара Восточного Предкавказья. // Вестник Академии наук Чеченской Республики. – 2010. – № 1 (12). – С. 84-88.

9. Хасанов М. А., Эзирбаев Т. Б., Гацаева С. С. А., Эльжаев А. С. Геолого-геофизическая характеристика нижнетриасового природного резервуара Восточного Предкавказья. // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа, коллективная монография по материалам VII Всероссийской научно-технической конференции. – 2017. – С. 181-190.

10. Чепак Г. Н., Полосин Б. А., Плотников М. С. и др. Коллекторские свойства пород триаса и верхнего мела Восточного Ставрополя. // Нефтегазовая геология и геофизика. – 1980. – № 12. – С. 6-9.

11. Шарафутдинов Ф. Г., Мирзоев Д. А., Гасанусейнов Г. Г. и др. Геология и нефтегазонасыщенность доюрских образований Восточного Предкавказья. // Институт геологии, Дагфиллиал АН СССР. – 1978. – № 2 (16). – 120 с.

12. Шнурман Г. А., Бирюкова О. В. Технология выделения и оценки сложных карбонатных коллекторов в пермотриасовых отложениях Ставропольского края, Дагестана и Южного Мангышлака, методами промысловой геофизики. // Руководящий документ (РД 39-4-544-81). – 1981. – 124 с.

13. Hasanov M. A., Aleksandrov B. L., Eljayev A. S., Ezirbaev T. B., Gatsaeva S. S. Forecasting cracked collectors on anticlinal type structures at late stage of exploration in oil and gas area. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, IPDME. – 2017. – No. 87. – Pp. 052008.

14. Ishiyama T., Ikawa H., Belaid K. AVO applications for porosity and fluid estimation of carbonate reservoirs offshore Abu Dhabi. // First Break. – 2010. – No. 28 (2).

15. Rogers S., Cosma C., Shiner P., Emsley S., Enescu N. VSP fracture imaging to bridge the well-to-seismic scale gap for a fractured carbonate reservoir. // First Break. – 2006. – No. 24 (5).

16. Ruchko K., Kurgansky V. M. The results of interpretation the data of electric and pulsed neutron-neutron logging methods for the study of low-resistivity reservoirs, example is terrigenous sediments of the Dnieper-Donets basin. // Conference Proceedings, 14th EAGE International Conference on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects, May 2015. – Pp. 1-5.

17. Waxman M. H., Smits L. J. M. Electrical conductivities in oil-bearing shaly sands. // Soc. Pet. Eng. Journal. – June, 1968. – pp. 107-122.

18. Wanar HA., Soliman H. E. Permo-Triassic Qiseib Formation, Western Side of the Gulf of Suez, Egypt: A Link of Fluvial Facies with Sequence Stratigraphy. // Journal of Geology & Geophysics. – 2018. – Vol. 7. Issue 3. – pp. 1-8.

19. Vergés J., Almar Y., Poprawski Y., Drzewiecki P. Tectono-sedimentary evolution of Jurassic – Cretaceous diapiric structures: Miravete anticline, Maestrat Basin, Spain. // Basin Research. – April 2020.

20. Juan I. Soto, Joan Flinch, Gabor Tari. Permo-Triassic Salt Provinces of Europe, North Africa and the Atlantic Margins, 1st Edition, Tectonics and Hydrocarbon Potential. // Elsevier. – 2017. – 632 p.

References

1. Burshtar M. S., Mileschina A. G. Geology of the Triassic deposits of the Eastern Ciscaucasia. Geology of oil and gas. 1970. No. 10. pp. 25-27. (In Russ.)
2. Voblikov B. G., Chumachenko I. A. Analysis of the stratigraphic distribution of oil and gas in the deposits of the Neftekumskaya Formation and the forecast of oil and gas accumulation zones within the Eastern Ciscaucasia. Materials of the V regional scientific and technical conference “University science – to the North Caucasus region”. Part 1. Stavropol. SevKavSTU, 2001. p. 45. (In Russ.)
3. Voblikov B. G., Sterlenko Z. V., Gridin V. A., Tumanova E. Yu., Chumachenko I. A. Formation conditions and patterns of distribution of the Neftekumsky natural reservoir within the Central and Eastern Ciscaucasia. Theory and practice of production, transport and processing of gas condensate. Collection of scientific papers. Issue 1. Astrakhan. 1999. pp. 39-45. (In Russ.)
4. Voblikov B. G., Sterlenko Z. V., Tumanova E. Yu., Melnikov S. A., Tumanova N. Yu., Khasanov M. A. Oil and gas conditions of Permian-Triassic sediments of the Eastern Ciscaucasia. Materials of the XXXIX scientific and technical conference based on the results of the work of the faculty of SevKavSTU for 2009. Volume I. Natural and exact sciences. Technology. Stavropol: SevKavSTU. 2010. 206 p. (In Russ.)
5. Soson M. N., Borisenko Z. G., Plotnikov M. S. Calculation and recounting of oil and dissolved gas reserves of Zimnestavkinsk-Pravoberezhny (with Povarkovsky field) and Pushkarsky deposit of the Stavropol Territory. SevKavNIPIneft, Stavropolneftegaz. Combustible and noble gases, Oil. Pyatigorsk. 1985. (In Russ.)
6. Tumanova E. Yu., Gridin V. A., Sterlenko Z. V., Voblikov B. G., Chumachenko I. A. Studies of petrophysical parameters of reservoir rocks of the Neftekum Formation of the Eastern Ciscaucasia. Materials of the XXIX scientific and technical conference on the results of scientific research. The work of prof. composition, graduate students and students for 1998. Volume 1. Stavropol: Publishing House of SevKavSTU, 1999. pp. 38-39. (In Russ.)
7. Khasanov M. A. Capacitive-filtration model of reservoir rocks of the Lower Triassic of the Eastern Ciscaucasia. Logger. 2011. No. 4 (202). pp. 12-19. (In Russ.)
8. Khasanov M. A., Elzhaev A. S. Features of the capacitance-filtration characteristics of the Lower Triassic natural reservoir of the Eastern Ciscaucasia. Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic. 2010. No. 1 (12). pp. 84-88. (In Russ.)
9. Khasanov M. A., Ezirbaev TB, Gatsaeva S. S. A., Elzhaev A. S. Geological and geophysical characteristics of the Lower Triassic natural reservoir of the Eastern Ciscaucasia. Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus, a collective monograph based on the materials of the VII All-Russian Scientific and Technical Conference. 2017. pp. 181-190. (In Russ.)
10. Chepak G. N., Polosin B. A., Plotnikov M. S. et al. The reservoir properties of the Triassic and Upper Cretaceous rocks of the Eastern Stavropol Territory. Oil and gas geology and geophysics. 1980. No. 12. pp. 6-9. (In Russ.)
11. Sharafutdinov F. G., Mirzoev D. A., Gasanuseynov G. G. et al. Geology and oil and gas potential of pre-Jurassic formations of the Eastern Ciscaucasia. Institute of Geology, Dagestan of the USSR Academy of Sciences. 1978. No. 2 (16). 120 p. (In Russ.)
12. Shnurman GA, Biryukova O. V. Technology for the identification and evaluation of complex carbonate reservoirs in the Permian-Triassic deposits of the Stavropol Territory, Dagestan and Southern Mangyshlak, by methods of field geophysics. Guiding document (RD 39-4-544-81). 1981124 p. (In Russ.)

13. Hasanov M. A., Aleksandrov B. L., Eljayev A. S., Ezirbaev T. B., Gatsaeva S. S. Forecasting cracked collectors on anticlinal type structures at late stage of exploration in oil and gas area. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, IPDME. 2017. No. 87. pp. 052008.

14. Ishiyama T., Ikawa H., Belaid K. AVO applications for porosity and fluid estimation of carbonate reservoirs offshore Abu Dhabi. First Break. 2010. No. 28 (2).

15. Rogers S., Cosma C., Shiner P., Emsley S., Enescu N. VSP fracture imaging to bridge the well-to-seismic scale gap for a fractured carbonate reservoir. First Break. 2006. No. 24 (5).

16. Ruchko K., Kurgansky V.M. The results of interpretation the data of electric and pulsed neutron-neutron logging methods for the study of low-resistivity reservoirs, example is terrigenous sediments of the Dnieper-Donets basin. Conference Proceedings, 14th EAGE International Conference on Geoinformatics. Theoretical and Applied Aspects, May 2015. pp. 1-5.

17. Waxman M.H., Smits L.J. M. Electrical conductivities in oil-bearing shaly sands. Soc. Pet. Eng. Journal. June, 1968. pp. 107-122.

18. Wanas HA., Soliman HE. Permo-Triassic Qiseib Formation, Western Side of the Gulf of Suez, Egypt: A Link of Fluvial Facies with Sequence Stratigraphy. Journal of Geology & Geophysics. Vol. 7. Issue 3, 2018. pp. 1-8.

19. Vergés J., Almar Y., Poprawski Y., Drzewiecki P. Tectono-sedimentary evolution of Jurassic – Cretaceous diapiric structures: Miravete anticline, Maestrat Basin, Spain. Basin Research. April 2020.

20. Juan I. Soto, Joan Flinch, Gabor Tari. Permo-Triassic Salt Provinces of Europe, North Africa and the Atlantic Margins, 1st Edition, Tectonics and Hydrocarbon Potential. // Elsevier, – 2017. P. 632