

Научная статья

УДК 553.9

<https://doi.org/10.24143/1812-9498-2022-1-43-49>

Анализ результатов проведенных геолого-технических мероприятий и их влияние на компонентоотдачу

Алла Викторовна Ревина¹✉, Наталия Сергеевна Ревина²

*^{1, 2}Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, alla.revina2104@yandex.ru*

Аннотация. Проанализированы результаты проведения геолого-технических мероприятий на некоторых скважинах Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ). Основными задачами данного исследования являются установление связи между тектоническим строением АГКМ и фильтрационно-емкостными свойствами пород-коллекторов, слагающих данное месторождение, а также описание нефтегазоносности с опорой на литолого-стратиграфические особенности месторождения. Приведены результаты расчета экономической эффективности геолого-технических мероприятий. На месторождении в разные периоды эксплуатации применялись различные технологии повышения продуктивности скважин. На скважинах АГКМ были проведены геолого-технические мероприятия с использованием комплекса гибких насосно-компрессорных труб при освоении после бурения и при освоении после капитального ремонта скважин со станка на скважинах действующего фонда. По результатам оценки недропользователя установлено, что по всем скважинам в результате проведения геолого-технических мероприятий получен положительный эффект, выраженный в приросте дебита при одинаковом рабочем давлении. Подведены итоги проведения соляно-кислотных обработок; обозначен средний прирост дебита по комплексным обработкам; указан итоговый средний прирост дебита. Подчеркивается эффективность впервые проведенной соляно-кислотной обработки; обозначен средний прирост дебита по итогам проведения соляно-кислотных обработок. Сделаны выводы о фильтрационно-емкостных свойствах пород-коллекторов месторождения и степени однородности литологического состава, на основе чего была получена информация об экономической эффективности проведенных опытов, применение которых возможно исключительно после освоения современных технологий воздействия на пласт.

Ключевые слова: Астраханское газоконденсатное месторождение, нефть, газ, геолого-технические мероприятия, углеводороды, пластовое давление

Для цитирования: Ревина А. В., Ревина Н. С. Анализ результатов проведенных геолого-технических мероприятий и их влияние на компонентоотдачу // *Вестник Астраханского государственного технического университета*. 2022. № 1 (73). С. 43–49. <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2022-1-43-49>.

Original article

Analysis of results of geological and technical measures and their impact on component recovery

Alla V. Revina¹✉, Nataliya S. Revina²

*^{1, 2}Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, alla.revina2104@yandex.ru*

Abstract. The article considers the results of carrying out geological and technical measures on the wells of the Astrakhan gas condensate field. The main objectives of this study are to establish the relationship between the tectonic structure of the AGCF and the porosity and reservoir properties of the reservoir rocks that make up this field, as well as the description of oil and gas potential based on the lithological and stratigraphic features of the field. The results of the calculation of the economic efficiency of the results of geological and technical measures are given. At the field in different periods of operation, various technologies were used to increase the productivity of wells. Geological and technical measures were carried out at the AGCF wells using a set of coiled tubing during development after drilling and during the development after a workover of wells from the machine at the wells of the existing well stock. Based on the results of the subsoil user's assessment, it was found that for all wells, as a result of geological and technical measures, a positive effect was obtained, expressed in an increase in production rate at the same working pressure. The results of the hydrochloric acid treatment were summed up; the average increase in production rate for complex

treatments is indicated; the final average increase in debit is indicated. The efficiency of the hydrochloric acid treatment carried out for the first time is emphasized; the average increase in production rate based on the results of hydrochloric acid treatments is indicated. Conclusions were drawn about the reservoir properties of reservoir rocks of the field and the degree of homogeneity of the lithological composition, on the basis of which information was obtained on the economic efficiency of the experiments, the use of which is possible only after the development of modern technologies for influencing the reservoir.

Keywords: Astrakhan gas condensate field, oil, gas, geological and technical measures, hydrocarbons, reservoir pressure

For citation: Revina A. V., Revina N. S. Analysis of results of geological and technical measures and their impact on component recovery. *Vestnik of Astrakhan State Technical University*. 2022;1 (73):43-49. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2022-1-43-49>.

Характеристика Астраханского свода в районе Астраханского газоконденсатного месторождения

Астраханское газоконденсатное месторождение (АГКМ) содержит все необходимые части и процес-

сы формирования накопления нефти и газа: материнские породы нефти и газа, резервуары, надежные покрывки продуктивных пород, генерацию, миграцию и скопление углеводородов (рис. 1).

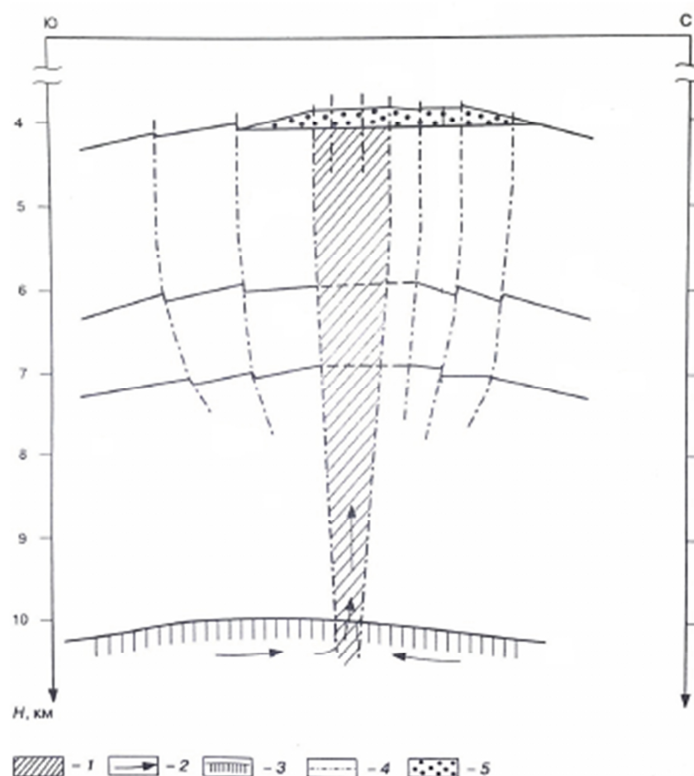


Рис. 1. Схематический глубинный разрез через вершинную часть Астраханского свода в районе АГКМ:

1 – газодинамическая активная зона; 2 – направления основных флюидопотоков при компакциях; 3 – коровой волновод; 4 – разрывные нарушения; 5 – АГКМ [1–3]

Fig. 1. Schematic deep section through the top part of the Astrakhan arch in the area of the AGCF):

1 - gas dynamic area; 2 - directions of the main fluid flows during compaction; 3 - core waveguide; 4 - discontinuous violations; 5 - AGCF [1-3]

Создание модели залежи должно учитывать изменения указанных элементов в пространстве и времени. Общеизвестно, что углеводородные скопления рассматриваемого месторождения сформировались в результате миграции углеводородов из очага их генерации, т. е. из отложений нижнего и среднего карбона близлежащих территорий (Сарпинского, Заволжского прогибов). Кроме того, с большой долей вероятности можно утверждать, что подток углеводородов мог осуществляться так-

же из отложений среднего карбона – верхнего девона Каракульско-Смушковой зоны дислокаций, где нефтематеринские породы прошли главную зону нефтеобразования (стадия МК₄-АК₁) и могли дать большое количество газов, поступивших в заполненные нефтью ловушки, что способствовало не только растворению, но и оттеснению жидких флюидов к замку залежи [4]. Также можно утверждать, что углеводороды мигрировали по разломам из слоев высокого давления в южной части свода

(более 70 МПа) вверх и на север в подсолевые резервуары низкого давления, например в башкирские коллекторы АГКМ, где давление составляло 67 МПа, оставаясь в то же время аномально высоким под соленосной толщей кунгура (P_{1k}).

Особенности формирования аномально высокого пластового давления в районе АГКМ

В ходе проведения анализа распределения давлений пластовых флюидов осадочный разрез Астраханского свода можно представить как две зоны, разделенные соленосной толщей кунгура (P_{1k}). Верхнюю зону можно рассматривать как солевой и надсолевой осадочный разрез, в котором пластовое давление является нормальным (в гидростатическом плане), закономерно возрастающим с глу-

биной, не превышая значений в 35 МПа (3 500 м). Нижняя подсолевая зона характеризуется аномально высокими пластовыми давлениями, превышающими 40 МПа, которые, кроме того, увеличиваются с глубиной, достигая 100 МПа и выше (на уровне 4 000 м и выше). Подсолевой башкирский резервуар (C_{2b}) АГКМ характеризуется высоким пластовым давлением, которое составляет 40–67 МПа аномально высокого пластового давления (АВПД) на глубинах ниже 4 000 м [2].

Причина формирования такой аномалии в давлении пласта заключена в механизмах, тесно связанных с геологической историей АГКМ. Процесс формирования может быть разделен на два основных этапа: седиментацию и диагенез; катагенетическое породообразование (рис. 2).

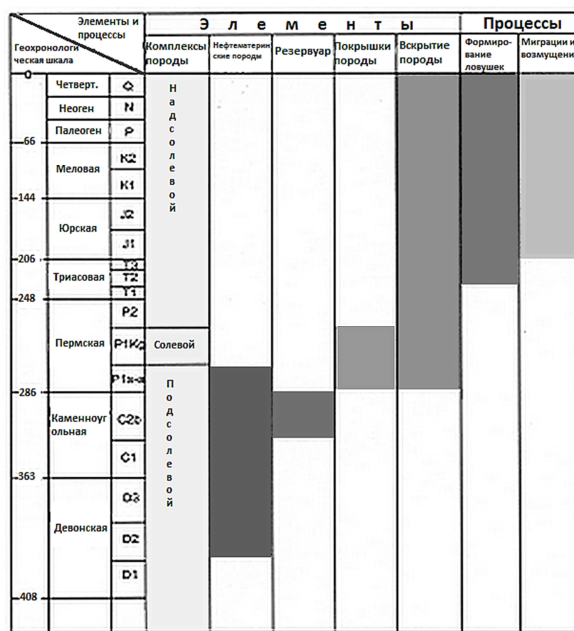


Рис. 2. События, геологические элементы и процессы формирования АГКМ [3, 4]

Fig. 2. Events, geological elements and processes of developing AGCF [3, 4]

На основании вышеизложенного мы поставили перед собой *цель*: осуществить анализ геологических мероприятий (ГТМ), проведенных на АГКМ, за определенный промежуток времени, а также изучить их влияние на компонентоотдачу.

Влияние тектонических движений на формирование АГКМ

К основным механизмам, приведшим к созданию в подсолевом башкирском резервуаре на АГКМ высокого давления, под которым находятся углеводороды, можно отнести следующие:

- вызванное нагрузкой больших толщ покровных пород механическое уплотнение, являющееся следствием пониженной пористости и повышенного давления поровых флюидов;
- высокие значения температуры углеводородов, которые привели к расширению пластовых

флюидов;

- миграция углеводородов из очагов генераций в резервуары Астраханского месторождения еще не закончена и продолжается в настоящее время;
- формирование достаточно больших объемов неуглеводородных газов.

Учитывая тот факт, что подсолевой разрез пород девонско-башкирского возраста имеет высокую гидродинамическую изолированность, а также принимая во внимание перераспределение пластовых давлений, наличие миграции по разломам, можно с уверенностью считать, что подсолевой комплекс представляет собой единую динамическую систему [2].

Прикаспийская впадина, по принятой схеме нефтегеологического районирования, соответствует одноименной нефтегазоносной провинции (рис. 3).

Revina A. V., Revina N. S. Analysis of results of geological and technical measures and their impact on component recovery

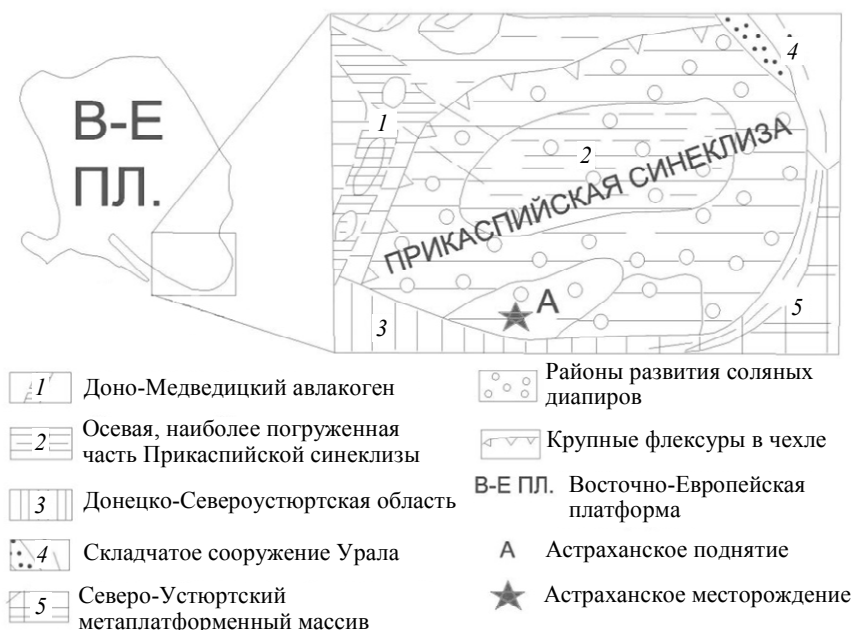


Рис. 3. Тектоническая карта Русской плиты (юго-восточная часть) [2–4, 8]

Fig. 3. Tectonic map of the Russian plate (southeastern part) [2–4, 8]

С историко-геологической точки зрения впадина сформировалась в результате длительного интенсивного прогибания и мощного осадконакопления. Толщина осадочного чехла центральной части впадины составляет 20 км. Важной особенностью разреза рассматриваемого чехла является присутствие мощной (около 5 км) соленосной толщи нижнепермского возраста, которая делит изучаемый разрез на подсоловой и надсоловой структурно-формационные комплексы [5, 6]. Подсоловые отложения присутствуют в различных районах прибортовых зон Прикаспийской впадины, их мощность варьирует от 3–4 км (прибортовые зоны) до 10 км (центральная часть). При опускании на глубину 20–22 км осадочные породы, содержащие значительные массы органического вещества, прошли через все стадии катагенеза, образовав при этом огромное количество углеводородов [7]. Достаточно характерен этот процесс для подсолового палеозойского комплекса пород, составляющего приблизительно половину от всего осадочного чехла и подвергшегося наиболее значительным и длительным погружениям. Эти геологические особенности позволяют рассматривать изучаемую краевую впадину как генерирующую углеводороды на значительной части юго-востока Русской плиты. Неоспоримым доказательством этого утверждения является открытие по периферии впадины и ее внутренним прибортовым частям газоконденсатных месторождений в районе Астрахани, Актюбинска, Волгограда, Оренбурга, Эмбы, Тенгиза, а также месторождений нефти, газа и конденсата в пределах внутренней бортовой части Прикаспия.

По особенностям внутреннего строения и лате-

рального прослеживания отражающих горизонтов и границ в пределах Астраханской поднятости выделяются три сейсмогеологические района: Южно-Астраханский, Центрально-Астраханский и Заволжский. В вертикальном ряду сеймостратиграфических подразделений выделены три структурно-дислокационных этажа: надсоловой, солевой и подсоловой.

Особенности проведения исследований на АГКМ

На месторождении в разные периоды эксплуатации применялись различные технологии повышения продуктивности скважин, такие как химические методы, механические методы, а также комбинация вышеуказанных способов, нашедших отражение в собственных разработках ООО «Газпром добыча Астрахань» [2, 3, 8].

Опыт проведения ГТМ на АГКМ

За 2018 г. на 31 скважине АГКМ были проведены ГТМ на 13 скважинах «с устья» и на 18 скважинах с использованием комплекса гибкой насосно-компрессорной трубы (ГНКТ) (в том числе на 3 скважинах при освоении после бурения, на 5 скважинах при освоении после капитального ремонта скважин со станка и на 10 скважинах действующего фонда).

Результаты оценки недропользователя показывают, что по всем скважинам от проведения в 2018 г. ГТМ получен положительный эффект, выраженный в природе дебита при одинаковом рабочем давлении.

Отмечено:

– после проведения соляно-кислотной обработки

(СКО) с разглизатором восстановление проходимости приборов ГИС составило от 15 до 139 м с соответствующим увеличением дебита от 10 до 136 %;

- средний прирост дебита по комплексным обработкам с применением реагента RX-380 составил 38 % в сочетании с ограничением водопритока;
- средний прирост дебита по СКО в 2018 г. составил 17 %;
- эффективность впервые проведенной СКО с использованием органического кислотного состава «РКА-20-3» с целью повышения производи-

тельности скважины со значительно упавшим дебитом будет определена по скв. 202 после проведения газодинамических исследований через контрольный сепаратор;

– средний прирост дебита по СКО в режиме раскрытия микротрещин составил 20 % даже при том, что обработка была для скв. 94 восьмой по счету.

Успешность ГТМ, проведенных в 2018 г. с использованием комплекса ГНКТ, приведена на рис. 4 (номера скважин указаны условно).

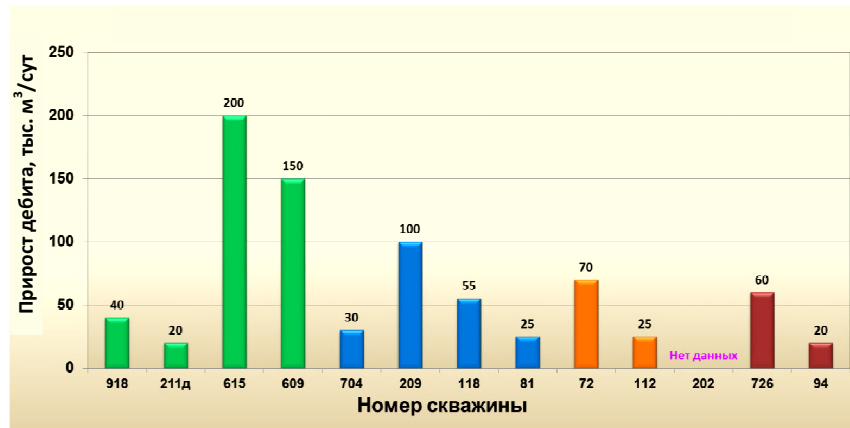


Рис. 4. Успешность работ по интенсификации «с устья» в 2018 г.

Fig. 4. Successful wellhead stimulation works in 2018

Прирост суточной добычи газа сепарации от проведения ГТМ на скважинах действующего фонда с применением комплекса ГНКТ варьирует от 50 тыс. м³/сут (скв. 263, 108) до 600 тыс. м³/сут (скв. 928). По скв. 104 в связи с длительным выносом техногенной жидкости после работ по интенсификации с комплексом ГНКТ и по скв. 2062 в связи

с увеличением водогазового контура во время эксплуатации скважины после ремонта с ГНКТ прирост суточной добычи оценен прогнозно.

Расчет экономической эффективности ГТМ выполнен в соответствии с требованиями СТО ГАЗПРОМ 2-3.3-1084-2016 и представлен на рис. 5.

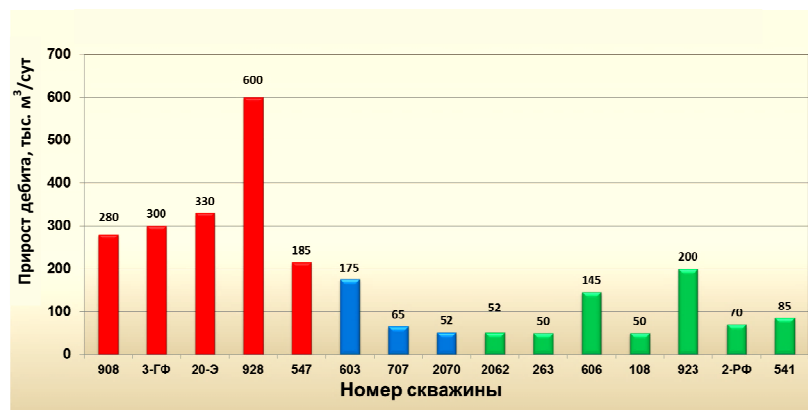


Рис. 5. Успешность работ по интенсификации с применением ГНКТ в 2018 г.

Fig. 5. Successful stimulation works using coiled tubing in 2018

На основе вышеизложенных фактов можно сделать вывод о том, что характерными для АГКМ являются низкие фильтрационные свойства карбонатных пород-коллекторов и высокая степень не-

однородности литологического состава, в результате чего получение экономически оправданных дебитов скважин возможно только с применением современных технологий воздействия на пласт.

Заключение

Установление связи тектонического строения АГКМ и фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов, слагающих данное месторождение, а также описание нефтегазоносности с опорой на литолого-стратиграфические особенности месторождения стали основой для проведения геолого-технических мероприятий на скважинах АГКМ. Благодаря этому стало возможным проведение соляно-кислотных обработок. Вследствие этого выяс-

нен средний прирост дебита по комплексным обработкам и указан итоговый средний прирост дебита. Благодаря сделанным выводам о фильтрационно-емкостных свойствах пород-коллекторов АГКМ и степени однородности литологического состава месторождения стало известно об экономической эффективности проведенных опытов, применение которых возможно исключительно после освоения современных технологий воздействия на пласт.

Список источников

1. Токарев М. А., Токарева Н. М. Методы прогноза и регулирования нефтеотдачи на различных стадиях разработки при различных геолого-промысловых условиях: моногр. Воронеж: Изд-во ВГПУ; М.: Наука, 2017. 129 с.

2. Григорьев Б. А., Качалов В. В., Пазюк Ю. В., Сокотущенко В. Н. Обзор работ по теории фильтрации углеводородных систем // Вести газовой науки: науч.-техн. сб. Актуальные вопр. исследований пластовых систем месторождений углеводородов. 2017. № 2 (30). С. 182–202.

3. Ревина Н. С., Саушин А. З. Исследования горизонтальных скважин с многостадийным гидроразрывом пласта при помощи химических индикаторов притока, установленных на элементах заканчивания // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа – 2021: материалы XII Междунар. науч.-практич. конф. (Астрахань, 03 сентября 2021 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2021. С. 56–59.

4. Ревина Н. С., Саушин А. З., Ревина А. В. Применение горюче-окислительных составов на основе обратных эмульсий в процессе газодинамического разрыва пласта // Наука и практика – 2020: материалы Всерос. междисциплинар. науч. конф. (Астрахань, 19–30 октября 2020 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2020. URL: https://www.astu.org/Uploads/files/izdatelstvo/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%2020_%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C1.zip (дата обращения: 15.03.2022).

5. Ревина Н. С., Саушин А. З. Применение термогазохимического воздействия на призабойную зону пласта для увеличения нефтеотдачи месторождений Российской Федерации // Наука и практика – 2020: материалы Всерос. междисциплинар. науч. конф. (Астрахань, 19–30 октября 2020 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2020. URL:

https://www.astu.org/Uploads/files/izdatelstvo/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%2020_%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C1.zip (дата обращения: 15.03.2022).

6. Ревина Н. С., Саушин А. З. Использование технологий, основанных на применении кислотосодержащих растворов // Наука и практика – 2020: материалы Всерос. междисциплинар. науч. конф. (Астрахань, 19–30 октября 2020 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2020. URL: https://www.astu.org/Uploads/files/izdatelstvo/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%2020_%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C1.zip (дата обращения: 15.03.2022).

7. Хабибрахманов А. Г., Зарипов А. Т., Хакимзянов И. Н. и др. Оценка эффективности уплотнения сетки скважин на низкопроницаемых карбонатных коллекторах: моногр. Казань: Слово, 2017. 199 с.

8. Ревина Н. С., Ревина А. В. Использование метода гальваностегии для борьбы с коррозионными отложениями нефтегазового оборудования // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа – 2021: материалы XII Междунар. науч.-практич. конф. (Астрахань, 03 сентября 2021 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2021. С. 53–56.

9. Ревина Н. С., Ревина А. В. Влияние нефтегазовой добычи на биоразнообразие флоры и фауны Северного Каспия // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа – 2021: материалы XII Междунар. науч.-практич. конф. (Астрахань, 03 сентября 2021 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2021. С. 283–286.

References

1. Tokarev M. A., Tokareva N. M. *Metody prognoza i regulirovaniia nefteotdachi na razlichnykh stadiiakh razrabotki pri razlichnykh geologo-promyslovykh usloviakh: monografiia* [Methods for forecasting and regulating oil recovery at various stages of development under various geological and field conditions: monograph]. Voronezh, Izd-vo VGPU; Moscow, Nauka Publ., 2017. 129 p.

2. Grigor'ev B. A., Kachalov V. V., Paziuk Iu. V., Sokotushchenko V. N. *Obzor rabot po teorii fil'tratsii uglevodородnykh sistem* [Review of works on the theory of filtration of hydrocarbon systems]. *Vesti gazovoi nauki: nauchno-tekhnikeskii sbornik. Aktual'nye voprosy issledo-*

vani plastovykh sistem mestorozhdenii uglevodородov, 2017, no. 2 (30), pp. 182-202.

3. Revina N. S., Saushin A. Z. *Issledovaniia gorizonta'lynykh skvazhin s mnogostadiinym gidrorazryvom plasta pri pomoshchi khimicheskikh indikatorov pritoka, ustanovlennykh na elementakh zakanchivaniia* [Studies of horizontal wells with multi-stage hydraulic fracturing using chemical inflow indicators installed on completion elements]. *Noveishie tekhnologii osvoeniia mestorozhdenii uglevodородnogo syr'ia i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspiiskogo shel'fa – 2021: materialy XII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 03 sentiabria 2021 g.)*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2021. Pp. 56-59.

4. Revina N. S., Saushin A. Z., Revina A. V. Primenenie goriuche-okislitel'nykh sostavov na osnove obratnykh emul'sii v protsesse gazodinamicheskogo razryva plasta [Application of combustible-oxidizing compositions based on reverse emulsions in gas-dynamic fracturing]. *Nauka i praktika – 2020: materialy Vserossiiskoi mezhdistsiplinarnoi nauchnoi konferentsii (Astrakhan', 19–30 oktiabria 2020 g.)*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2020. Available at: https://www.astu.org/Uploads/files/izdatelstvo/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%202020_%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C1.zip (accessed: 15.03.2022).

5. Revina N. S., Saushin A. Z. Primenenie termogazokhimicheskogo vozdeistviia na prizaboinuiu zonu plasta dlia uvelicheniia nefteotdachi mestorozhdenii Rossiiskoi Federatsii [Application of thermal gas-chemical impact on bottomhole formation zone to increase oil recovery of Russian Federation fields]. *Nauka i praktika – 2020: materialy Vserossiiskoi mezhdistsiplinarnoi nauchnoi konferentsii (Astrakhan', 19–30 oktiabria 2020 g.)*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2020. Available at: https://www.astu.org/Uploads/files/izdatelstvo/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%202020_%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C1.zip (accessed: 15.03.2022).

6. Revina N. S., Saushin A. Z. Ispol'zovanie tekhnologii, osnovannykh na primenenii kislosoderzhashchikh rastvorov [Using technologies based on acid-containing solutions]. *Nauka i praktika – 2020: materialy Vserossiiskoi mezhdistsiplinarnoi nauchnoi konferentsii (Astrakhan', 19–30 oktiabria*

2020 g.). Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2020. Available at: https://www.astu.org/Uploads/files/izdatelstvo/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%202020_%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C1.zip (accessed: 15.03.2022).

7. Khabibrakhmanov A. G., Zaripov A. T., Khakimzianov I. N. i dr. *Otsenka effektivnosti uplotneniia setki skvazhin na nizkopronitsaemykh karbonatnykh kollektorakh: monografiia* [Evaluation of well compaction efficiency in low-permeability carbonate reservoirs: monograph]. Kazan', Slovo Publ., 2017. 199 p.

8. Revina N. S., Revina A. V. Ispol'zovanie metoda gal'vanostegii dlia bor'by s korrozionnymi otlozheniiami neftegazovogo oborudovaniia [Using method of electroplating to combat corrosion deposits of oil and gas equipment]. *Noveishie tekhnologii osvoeniia mestorozhdenii uglevodородного syr'ia i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspiiskogo shel'fa – 2021: materialy XII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 03 sentiabria 2021 g.)*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2021. Pp. 53-56.

9. Revina N. S., Revina A. V. Vliianie neftegazovoi dobychi na bioraznoobrazie flory i fauny Severnogo Kaspiia [Impact of oil and gas production on biodiversity of flora and fauna of North Caspian]. *Noveishie tekhnologii osvoeniia mestorozhdenii uglevodородного syr'ia i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspiiskogo shel'fa – 2021: materialy XII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 03 sentiabria 2021 g.)*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2021. Pp. 283-286.

Статья поступила в редакцию 24.04.2022; одобрена после рецензирования 28.04.2022; принята к публикации 16.05.2022
The article is submitted 24.04.2022; approved after reviewing 28.04.2022; accepted for publication 16.05.2022

Информация об авторах / Information about the authors

Алла Викторовна Ревина – кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры физики; Астраханский государственный технический университет; alla.revina2104@yandex.ru

Alla V. Revina – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Physics; Astrakhan State Technical University; alla.revina2104@yandex.ru

Наталья Сергеевна Ревина – магистрант кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений; Астраханский государственный технический университет; natrev2011@yandex.ru

Nataliya S. Revina – Master's Course Student of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields; Astrakhan State Technical University; natrev2011@yandex.ru

