

## **ХАРАКТЕРИСТИКА НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ БАШКИРСКОГО РЕЗЕРВУАРА АСТРАХАНСКОГО СВОДА**

*Ушивцева Любовь Франковна*, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: ushivceval@mail.ru

*Хегай Валерия Юрьевна*, студент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: vhmjj@mail.ru

В последние годы всё большую актуальность приобретает вовлечение в освоение низкопроницаемых пород в связи с истощением запасов в традиционных коллекторах. К низкопроницаемым породам относятся породы, обладающие низкой проницаемостью (менее 0,05–0,02 мкм<sup>2</sup>). Как известно, разрез Астраханского сводового поднятия представлен тремя структурными этажами – надсолевым, солевым и подсолевым. В надсолевой части разреза породами, способными вмещать флюиды, служат песчаники и алевролиты нижнего мела и средней юры, известняки нижней части палеогена, верхнего мела и юры. В подсолевой части разреза к породам коллекторам относятся сульфатно-карбонатные породы филипповского горизонта, карбонатные породы – известняки каменноугольного и девонского возраста, которые, согласно имеющимся классификациям пород по проницаемости, относятся к низкопроницаемым. Нами рассмотрены литолого-фациальные особенности низкопроницаемых пород подсолевой части разреза Астраханского сводового поднятия. Рассмотрены и проанализированы свойства и особенности пород-коллекторов надсолевого и низкопроницаемых коллекторов подсолевого комплексов отложений. Показано влияние низкопроницаемых коллекторов на процесс строительства скважин, выбор конструкции и выработке геолого-технических мероприятий.

**Ключевые слова:** резервуар, низкопроницаемые породы-коллекторы, фазовая проницаемость, трещиноватость, кавернозность, неоднородность, постседиментационные преобразования

## **CHARACTERISTIC OF LOW-PERMEABILITY BREEDS COLLECTORS OF THE BASHKIR TANK OF ASTRAKHAN WOOD BREEDS**

*Ushivtseva Lyubov F.*, Ph. D. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., 414000, Astrakhan, Russian Federation, e-mail: ushivceval@mail.ru

*Khegai Valeriya Yu.*, student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., 414000, Astrakhan, Russian Federation, e-mail: vhmjj@mail.ru

In recent years the increasing relevance is acquired by involvement in development of low-permeability breeds of collectors, in connection with exhaustion of stocks in traditional. The breeds having low permeability belong to low-permeability breeds (less 0.05–0.02 mkm<sup>2</sup>). It is known that the section of the Astrakhan svodovy raising is presented by three structural floors nadsolevy, salt and subsalt. In a nadsolevy part of a section as breeds as capable to contain fluids serve sandstones and aleurolites of the lower chalk and average of Yura, limestones of the lower part of the Paleogene, the top chalk and Yura. In a subsalt part of a section sulfate-carbonate breeds of the filippovsky horizon belong to breeds to collectors, carbonate breeds are limestones of coal and Devonian age which on the available classifications of breeds by permeability belong to low-permeability. In the present article litologofacial features of low-permeability breeds of a subsalt part of a section of the Astrakhan svodovy raising are considered. Scientific novelty. Properties

and features of breeds collectors nadsolevy and low-permeability collectors subsalt complexes of deposits are considered and analysed. Conclusions. Influence of low-permeability collectors on process of construction of wells, the choice of a design and development of geological and technical actions is shown.

**Keywords:** tank, low-permeability breeds collectors, phase permeability, jointing, kavernoznost, heterogeneity, post-sedimentation transformations

Для повышения качества буровых работ, геологического мониторинга процесса строительства, снижения геологического риска возможных осложнений большую актуальность приобретает изучение горно-геологических условий территории и фильтрационных характеристик вскрываемого скважинами разреза.

Как известно, разрез Астраханского сводового поднятия представлен тремя структурными этапами – надсолевым, солевым и подсолевым (рис. 1) [1].

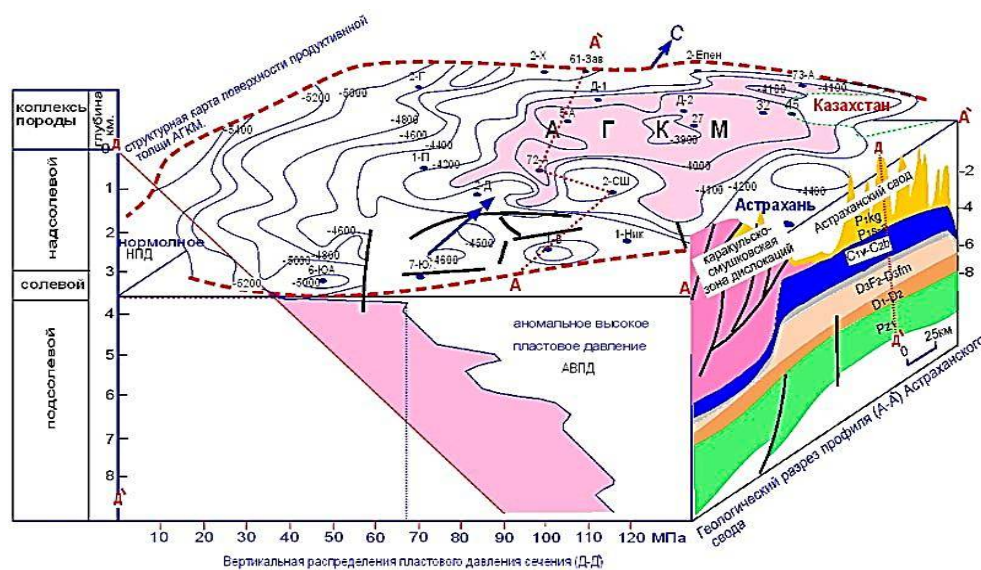


Рис. 1. Геологическая модель Астраханского свода

В процессе исследования были проанализированы основные характеристики и фильтрационные свойства пород-коллекторов всего разреза Астраханского свода, результаты которых приведены ниже.

В надсолевой части разреза породами, способными вмещать флюиды, служат пески и песчаники апшеронского яруса, известняки нижней части палеогена, песчаники и алевролиты нижнего мела, средней юры и триаса, известняки верхнего мела, верхней юры и триаса. Наличие высокопористых песчаников средней юры и нижнего мела, трещиноватых известняков датского яруса палеогена, верхнего мела, верхней юры и триаса с хорошей проницаемостью обуславливают поглощения глинистого раствора вплоть до потери циркуляции при строительстве скважин на своде. На полноту надсолевой части разреза Астраханского свода, как известно, значительное влияние оказал соляной тектогенез, постседиментационные процессы, в связи с чем, первоначальные ФЕС пород были изменены.

В подсоловой части разреза к породам коллекторам относятся сульфатно-карбонатные породы филипповского горизонта, карбонатные породы – известняки каменноугольного и девонского возраста. Как известно, карбонатные коллекторы характеризуются крайней невыдержанностью, значительной изменчивостью свойств, что затрудняет их сопоставление. Фильтрационные свойства и литолого-фациальный состав пород указанных комплексов отличаются по разрезу и площади свода.

Важнейшими характеристиками пород коллекторов является пористость и проницаемость.

На величину проницаемости как одного из главных фильтрационных свойств пород-коллекторов оказывают влияние ряд факторов:

а) *форма пор* – чем сложнее их конфигурация, тем больше площадь соприкосновения флюидов с зёрнами породы и тем больше проявления сил, тормозящих движение жидкости, и, следовательно, тем меньше проницаемость такой породы;

б) *характер сообщения между порами* – при плохом сообщении пор друг с другом проницаемость породы резко сокращается;

в) *трещиноватость породы* – при наличии трещин, особенно больших размеров (сверхкапиллярных), движение жидкости проходит легко. Наличие многочисленных трещин сверхкапиллярного типа при низкой проницаемости способствует её увеличению;

г) *минералогический состав пород*: в субкапиллярных и капиллярных порах, где сильно развиты капиллярные силы взаимодействия молекул жидкости с молекулами поверхности капилляра, качественный состав породы и свойства жидкости, находящейся в порах, имеют большое значение;

д) *условия седиментации и постседиментационные процессы* оказывают значительное влияние на фильтрационные свойства пород.

Проницаемость пород коллекторов надсолового комплекса отложений изменяется от  $0,001 \cdot 10^{-15}$  до  $119,5 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$  (табл. 1).

Породы подсолового комплекса начинаются с филипповского горизонта нижней перми толщиной 21–66 м, в своём составе содержат два реперных нефтегазонасыщенных горизонта  $R_1$  и  $R_2$ , разделённых пластом ангидрита толщиной около 15,0 м, выполняющего роль промежуточной покрышки и практически непроницаемого.

Породы филипповского горизонта имеют сложное строение, неоднородность литологического состава, низкие фильтрационные свойства и их резкую изменчивость по площади, замещение коллектора неколлектором.

По нижнему продуктивному пласту  $R_1$  толщиной 3,9–22,0 м, сложенного доломитами и доломитизированными известняками, залегающего на депрессионных осадках раннепермского возраста, величина открытой пористости изменяется от 2,6 до 13,6 % (среднее значение открытой пористости составило 6,62 %), проницаемости  $0,01–1,0 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ , нефтегазонасыщенности – 66–91 %. Коллекторские свойства пласта, изученные по данным лабораторного исследования образцов керна, показали, что открытая пористость изменяется от 0 до 0,1 % (ангидриты) до 0,1 до 4,9 % (известняки), вертикальная проницаемость –  $0,001–0,19 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ .

Таблица

Характеристика коллекторов Астраханского свода

Комплекс, горизонт	Толщина, м	Литологические различия	Пористость пород, % / средневзвешенное значение	Проницаемость, $m^2 \cdot 10^{-15}$ , средневзвешенное значение
Палеоген, датский ярус	90–170	Известняки, мергели	15,0–27,0 3,6–34,5	0,34–10,15 0,05–0,10
Нижний мел	24 – > 1000	Песчаники, алевролиты	20,0–29,0 24,8	0,001–3,63 9,3–119,5
Верхняя юра	0 до 750	Известняки глинистые трещиноватые, мелкокристаллические, плотные, алевролиты, песчаники	2,0–26,5 22,1 23,3	0,0036–0,56 н/опр. 0,56
Средняя юра	0–1000	Песчаники	18,0–27,0	0,01–27,7
Триасовый комплекс	0 – > 2000	Песчаники полимиктового состава, цементированные известковистым и серицитово-глинистым цементом	16,0–33,0	0,001–475
		Известняки органогенно-обломочные, реже – хемогенного генезиса, массивные мелкокристаллической или скрытокристаллической структуры	7,0	0,01–0,05
Нижняя пермь, Филипповский горизонт	21–66	Ангидриты тонко-мелкокристаллические, пятнистые с глинисто-карбонатными включениями	0–0,1	–
		Доломиты, тонкокристаллические массивные с прослоями известняков и глинисто-органических вещества, обуславливающих тонкую слоистость, ангидритизированные, трещиноватые, трещины толщиной 0,02–0,1 мм, открытые и закрытые, пустоты выщелачивания	–	–

Продолжение таблицы

Комплекс, горизонт	Толщина, м	Литологические различия	Пористость пород, % / средневзвешенное значение	Проницаемость, $\text{м}^2 \cdot 10^{-15}$ , средневзвешенное значение
		Известняки доломитизированные, тонкокристаллической структуры с тонкими пропластками глинисто-битуминозного вещества с наличием пустот до 0,5–1,0 мм, имеются вертикальные трещины и по напластованию	0,1–13,6	0,001–1,0
Средний карбон, мелекесский	5–10	Известняки плотные органогенно-обломочные, слабопористые	1,4–3,7	–
прикамский	50–95	Органогенно-детритовые, биоморфно-детритовые, органогенно-обломочные, оолитовые, неравномерно трещиноватые, битуминозные, мелко-тонкопористые	3,4–13,6–/11,0	0,40–2,0
северо-кельтменский	42–85	Известняки биогермные, биогермно-детритовые, водорослевые, перекристаллизованные пористые	7,6–13,2–/10,5	0,93–2,50
краснополянский	106–146	Известняки органогенно-обломочные известняки, местами доломитизированные, кремнеземные, трещиноватые	1,9–11,5/9,5	0,10–4,45
Нижний карбон, серпуховский ярус	35–255	Известняки органогенно-детритовые с пустотами выщелачивания и сетью тонких трещин различной ориентировки, выполненных кальцитом или битуминозным веществом	1,8–27,9/9,0	3,2–21,0

Продолжение таблицы

Комплекс, горизонт	Толщина, м	Литологические разности	Пористость пород, % / средневзвешенное значение	Проницаемость, $\text{м}^2 \cdot 10^{-15}$ , средневзвешенное значение
визейский ярус	360–820	Известняки плотные, доломитизированные, битуминозные, порово-кавернозные, трещиноватые, доломиты	1,0–5,0/3,0, 8,0–12,0	–
турнейский ярус	96–241	Известняки биоморфно-детритовые, обломочные, трещиноватые, низкопоровые	1–6/3,5	–
Девон	> 1000	Известняки	3–6	0,04–3,6

Для верхнего продуктивного пласта  $R_2$  филипповского горизонта представленного доломитизированными известняками и доломитами толщиной 4,7–9,0 м, величина открытой пористости изменяется от 4,3 до 12 % с преобладанием значений от 2 до 4 %, коэффициент нефтегазонасыщенности – 79–91 %, проницаемость от 0,001 до  $0,015 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ .

Приведённые характеристики пород-коллекторов позволяют отнести их к сложнопостроенным маломощным низкопроницаемым породам. В породах отмечаются вертикальные трещины толщиной до 0,02–0,1 мм, открытые и закрытые, пустоты выщелачивания. Наличие трещиноватости пород фиксируется поглощениями глинистого раствора при строительстве скважин.

Залегающие ниже по разрезу отложения сакмарско-артинского возраста кремнистые битуминозные аргиллиты являются зональной покрывкой.

К низкопроницаемым коллекторам относятся также карбонатные породы подсолевой толщи Астраханского свода.

По комплексу ГИС карбонатные породы башкирского резервуара представлены толщей порово-трещиноватых органогенных низкопроницаемых известняков, которые подразделяются на 20 литологических пачек, прослеживаемых по всему своду в составе трёх горизонтов: краснополянского, северо-кельтменского и прикамского (реже – мелекесского). Все они достаточно чётко выделяются в разрезах скважин, однако их толщина, процентное содержание коллекторов в горизонтах, пористость изменяются в широких пределах. Самым высоким коллекторским потенциалом обладают породы северо-кельтменского горизонта.

Породы-коллекторы представлены многообразными литогенетическими типами известняков различной структуры, массивных, с преобладанием плотных, мелко-тонкопористых, трещиноватых, с наличием микротрещин, реже – мелко кавернозных [3; 6]. Карбонатные породы-коллекторы – известняки и доломиты – характеризуются сложным характером пустотного пространства, формирование которого определяется как их структурно-текстурными особенностями, закладывающимися в стадию седиментации, так и постседиментационными преобразованиями. Спецификой карбонатных пород является широкий спектр структурных видов и меньшая по сравнению

с алюмосиликатным веществом терригенных пород устойчивость породообразующих карбонатных минералов в условиях недр. Именно карбонатные породы наиболее часто представляют собой коллекторы сложного типа. Определённой закономерности в распределении этих разностей в разрезе и по площади не наблюдается (табл.).

Отмечается сложная и неоднородная структура пустотного пространства, пористые участки сообщаются через более крупные пережимы или микротрещины, что обуславливает низкие фильтрационные свойства пластов при относительно высокой пористости. Особенностью продуктивных карбонатных пород, сложенных органическими остатками, является наличие в пористых разностях, кроме межзерновой и внутриформационной пористости (пустоты в скелетных остатках), остаточной воды в небольшом количестве – от 9 до 25 % [3; 8].

Анализ условий седиментации и степени преобразования карбонатных пород башкирского яруса позволяют сделать вывод, что породы Астраханского месторождения испытали сильное залечивающее влияние процессов вторичного минералообразования – кальцитизацию; растворение и выщелачивание проявилось очень слабо.

Известняки подсолевого разреза Астраханского свода представлены на 92–95 % карбонатом кальция, 3 % – доломита, содержание нерастворимого остатка в них не превышает 5 %, чаще колеблется около 1 %. Коллекторские свойства пород подсолевого резервуара связаны с пористостью, трещиноватостью и редкой кавернозностью пород. Пористость пород относительно невысокая (до 3–15 %) при низкой проницаемости, величина которой редко составляет единицы дарси [6].

Трещиноватость повсеместная, она значительно осложняет строение продуктивных пластов и резервуара в целом. В пористо-проницаемых разностях нередко наблюдается система взаимосвязанных трещин вертикальной и горизонтальной ориентировки, которая обуславливает анизотропию проницаемости и относительно высокую ёмкость до 1,6 %.

Изучение геометрии порового пространства известняков показало, что они обладают тонкопоровой структурой, за счёт чего проницаемость их невелика –  $0,10\text{--}4,45 \cdot 10^{-15}\text{ м}^2$  при пористости – 3–15 %. Трещины обладают более высокой проводимостью по сравнению с порами гранулярных коллекторов и именно они играют важную роль при фильтрации флюидов [3; 6; 8].

В пределах свода выделяются следующие типы коллекторов: поровые, порово-трещинные, трещинно-кавернозные, порово-трещинно-кавернозные.

Поровый тип коллектора представлен типичными органогенными разностями известняков с относительно высокой пористостью 8–15 % и проницаемостью от 0,93 до  $2,5 \cdot 10^{-15}\text{ м}^2$ . В некоторых известняках присутствуют тонкие трещины.

Порово-трещинные коллекторы наряду с пористостью обладают трещиноватостью с преобладанием тонких трещин и микротрещин горизонтальной и вертикальной ориентировки раскрытостью 5–30 мк, которая развита как в пористых, так и в плотных низкоёмких породах, за счёт которых они обладают проницаемостью. Коллекторы этого типа характеризуются пористостью от 4 до 8 %, проницаемостью –  $0,1\text{--}2,34 \cdot 10^{-15}\text{ м}^2$  [9].

Трещинно-кавернозный тип коллектора обусловлен наличием каверн наряду с трещиноватостью. По данным ГИС, эти породы характеризуются

пористостью 23–45 % по АК и НГК, высокой трещинной проницаемостью ( $0,5–200 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ ). При вскрытии данного типа коллекторов отмечаются катастрофические поглощения глинистого раствора (более  $1000 \text{ м}^3$ ), на ликвидацию которых было затрачено значительное время. Примерами могут служить скважины № 87, 203, 840, 916, 924, 9926 и др.

При наличии трещинных коллекторов их пористость составляет 15–45 %, трещинная проницаемость увеличивается до  $0,2 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$  [3; 6].

Согласно классификации карбонатных коллекторов И. А. Конюхова, коллекторы Астраханского карбонатного резервуара относятся к группе В (классы VI, VII, VIII малой ёмкости), реже – к группе Б (классы IV, V). По величине коэффициента проницаемости ( $\text{мкм}^2$ ), согласно классификации Г. И. Теодоровича, они относятся к слабопроницаемым ( $K_{\text{пр}} = 0,001–0,01 \text{ мкм}^2$ ) и непроницаемым ( $K_{\text{пр}} < 0,001 \text{ мкм}^2$ ).

Известно, что *низкопроницаемые коллекторы* с коэффициентом проницаемости менее  $0,10–0,30 \text{ мкм}^2$ , как правило, не участвуют в фильтрации флюидов, поэтому все пропластки с проницаемостью менее  $0,30 \text{ мкм}^2$  относятся к группе низкопроницаемых и считаются первоочередными объектами для интенсификации. При отсутствии развитой сети трещин *низкопроницаемые коллекторы* практически считаются неколлекторами, а наличие трещин превращает их в прекрасные коллекторы [4].

Сеть трещин делит разрез на ряд зон, каждая из которых насыщена только одной фазой, в то время как внутри каждой зоны блоки матрицы могут быть насыщены одной, двумя или даже тремя фазами. Взаимодействие «матрица – трещина» и обмен жидкостями между ними зависят от места расположения единичного блока в разрезе и его положения относительно флюидных контактов [3].

Сложное строение порово-трещинного коллектора на Астраханском своде обусловлено высокой степенью вторичного постседиментационного преобразования, оказавшего значительное влияние на фильтрационные свойства пород подсолевого резервуара, с развитием вторичных пор выщелачивания и открытых трещин.

Вторичные постседиментационные процессы преобразования пород в свою очередь связаны с длительным существованием зоны АВПД в подсолевых отложениях всей Прикаспийской впадины, постоянным подтоком глубинных флюидов из недр, разнообразными физико-химическими процессами и превращениями [5].

Характерным следствием внедрения глубинных флюидов является интенсивная вторичная переработка карбонатных пород, выражающаяся в интенсивной кальцитизации, ангидритизации, доломитизации известняков, что привело, с одной стороны, к уменьшению первично-порового, или реликтово-седиментационного, пустотного пространства, с другой стороны, различная скорость и направленность диагенетических процессов в однородной карбонатной толще способствовали развитию зон трещиноватости [3; 6–8].

Примерами развития зон интенсивной трещиноватости могут служить отдельные участки подсолевого разреза в районе скважин Володарской 2, Девонской 1, Северо-Астраханской 1, Правобережной 1 и других участках Астраханского свода [6; 8], подтверждаемых данными сейсмоки и бурения.

Повышенная флюидопроводимость разреза на указанных участках Астраханского свода подтверждается атмогеохимическими исследованиями



и выражается проявлением различного рода аномалий, причиной появления которых служат диффузия и конвективные потоки флюидов из глубин по тектонически ослабленным зонам [7].

Наличие плотных низкопроницаемых коллекторов и вовлечение их в разработку приводит к:

- высоким депрессиями на пласт;
- глубоким депрессионным воронкам;
- упруго-пластичным деформациям коллектора;
- быстрым снижениям пластового давления;
- работам по интенсификации притока.

Таким образом, выявление низкопроницаемых коллекторов, особенно трещиноватых и кавернозных разностей, площади их распространения по латерали и разрезу, а также оценка фильтрационных свойств таких коллекторов весьма актуальна при проектировании строительства скважин, а их наличие в разрезе свидетельствует о нестабильном напряжённо-деформационном состоянии земной коры в пределах Астраханского свода в историческое и настоящее время. Их выявление позволяет снизить геологические риски, избежать осложнений при строительстве скважин (поглощения и кольматация), подобрать реологических свойства раствора, повысить эффективность бурения.

#### Список литературы

1. Бродский, А. Я. Тектоно-седиментационные особенности продуктивного резервуара АГКМ / А. Я. Бродский, В. А. Захарчук // Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений. – 2004. – № 6. – С. 16–19.
2. Голф-Рахт, Т. Д. Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов / Т. Д. Голф-Рахт ; пер. с англ. Н. А. Бардиной, П. К. Голованова, В. В. Власенко, В. В. Покровского ; под ред. канд. техн. наук А. Г. Ковалева. – Москва : Недра, 1986. – 608 с.
3. Казаева, С. В. Положение флюидоупоров в подсолевом комп-лексе пород Астраханского свода / С. В. Казаева // Разведка и освоение нефтяных и газо-вых месторождений. – 2004. – Вып. 6. – С. 16–19.
4. Конюхов, И. А. Литолого-фациальные особенности и трещиноватость верхнемеловых отложений Дагестана / И. А. Конюхов, Ю. А. Пряхина, И. А. Назаревич, Е. Е. Карнушина // Сборник работ по геологии и геохимии горючих ископаемых памяти И. О. Брода. – Москва : Московский ун-т, 1965. – С. 117–145.
5. Порядин, В. И. Аномально высокие пластовые давления в подсолевых отложениях Прикаспийской впадины / В. И. Порядин. – Алма-Ата : Наука, 1984. – 120 с.
6. Ушивцева, Л. Ф. Закономерности распределения пород-коллекторов продуктивной толщи Астраханского газоконденсатного месторождения в процессе ОПЭ / Л. Ф. Ушивцева // Научные труды Астраханского научно-исследовательского и проектного института газа. – Астрахань : Факел, 1989. – 50 с.
7. Ушивцева, Л. Ф. Экранирующее действие нарушений продуктивной толщи Астраханского газоконденсатного месторождения на перетоки пластовых флюидов / Л. Ф. Ушивцева // Экологические аспекты разработки Астраханского газоконденсатного месторождения. – Астрахань : Факел, 1996. – С. 89–91.
8. Ушивцева, Л. Ф. Закономерности распределения аномальных зон коллекторов продуктивной толщи Астраханского газоконденсатного месторождения / Л. Ф. Ушивцева, В. А. Захарчук, Н. М. Козий // Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. – 2007. – № 2. – С. 3–8.

9. Хайловский, В. Н. Зоны повышенной трещиноватости и флюидопроницаемости как фактор осложнений при строительстве скважин / В. Н. Хайловский, Л. Ф. Ушивцева, Т. С. Родионовская // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 7 (49). – С. 142–145.

#### References

1. Brodskiy A. Ya., Zakharchuk V. A. Tektono-sedimentatsionnye osobennosti produktivnogo rezervuara AGKM [Tectonic sedimentation features of the AGKM productive reservoir]. *Razvedka i osvoenie neftyanykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy* [Exploration and development of oil and gas condensate fields], 2004, no. 6, pp. 16–19.

2. Golf-Rakht T. D. *Osnovy neftepromyslovoy geologii i razrabotki treshchinovatykh kollektorov* [Fundamentals of oilfield geology and the development of fractured reservoirs]. Ed. by A. G. Kovalev. Moscow, Nedra Publ., 1986, 608 p.

3. Kazaeva S. V. Polozhenie flyuidopporov v podsolevom komplekse porod Astrakhanskogo svoda [The position of fluid supports in the subsalt complex of rocks of the Astrakhan arch]. *Razvedka i osvoenie neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Exploration and development of oil and gas fields], 2004, no. 6, pp. 16–19.

4. Konyukhov I. A., Pryakhina Yu. A., Nazarevich I. A., Karnyushina Ye. Ye. Litologo-fatsialnye osobennosti i treshchinovost verkhnelovoykh otlozheniy Dagestana [Lithological-facies features and fracturing of the Upper Cretaceous deposits of Dagestan]. *Sbornik rabot po geologii i geokhimii goryuchikh iskopaemykh pamyati I. O. Broda* [Collection of works on the geology and geochemistry of fossil fuels in memory of I. O. Brod]. Moscow, Moscow State University Publ., 1965, pp. 117–145.

5. Poryadin V. I. *Anomalno vysokie plastovye davleniya v podsolevykh otlozheniyakh Prikaspiyskoy vpadiny* [Abnormally high reservoir pressures in subsalt sediments of the Caspian depression]. Alma-Ata, Nauka Publ., 1984, 120 p.

6. Ushivtseva L. F. Zakonomernosti raspredeleniya porod-kollektorov produktivnoy tolshchi Astrakhanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya v protsesse OPE [Patterns of distribution of reservoir rocks of the productive stratum of the Astrakhan gas condensate field in the PPS process]. *Nauchnye trudy Astrakhanskogo nauchno-issledovatel'skogo i proektnogo instituta gaza* [Scientific works of the Astrakhan Research and Design Institute of Gas]. Astrakhan, Fakel Publ., 1989, 50 p.

7. Ushivtseva L. F. Ekraniruyushchee deystvie narusheniy produktivnoy tolshchi Astrakhanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya na peretoki plastovykh flyuidov [The screening effect of disturbances in the productive stratum of the Astrakhan gas condensate field on the flows of formation fluids]. *Ekologicheskie aspekty razrabotki Astrakhanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya* [Environmental aspects of the development of the Astrakhan gas condensate field]. Astrakhan, Fakel Publ., 1996, pp. 89–91.

8. Ushivtseva L. F., Zakharchuk V. A., Koziy N. M. Zakonomernosti raspredeleniya anomalnykh zon kollektorov produktivnoy tolshchi Astrakhanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya [Regularities of the distribution of anomalous zones of reservoirs in the productive stratum of the Astrakhan gas condensate field]. *Geologiya, burenie, razrabotka i ekspluatatsiya gazovykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy* [Geology, drilling, development and operation of gas and gas condensate fields], 2007, no. 2, pp. 3–8.

9. Khaylovskiy V. N., Ushivtseva L. F., Rodionovskaya T. S. Zony povyshennoy treshchinovosti i flyuidopronitsapemosti kak faktor oslozhneniy pri stroitel'stve skvazhin [Zones of increased fracturing and fluid permeability as a factor of complications in well construction]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2016, no. 7 (49), pp. 142–145.