



УДК 553.98

## ВТОРИЧНЫЕ ТЕРРИГЕННЫЕ ЭКРАНЫ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ – НАДЕЖНЫЙ ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ БАЖЕНО-АБАЛАКСКОГО КОМПЛЕКСА

**А. Д. Коробов, Е. Ф. Ахлестина, Л. А. Коробова,  
Р. И. Гордина, М. П. Логинова, А. Т. Колотухин,  
В. М. Мухин**

Коробов Александр Дмитриевич, доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, korob@yandex.ru

Ахлестина Екатерина Фоминична, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Отделения геологии НИИ ЕН, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, ahlestinaf@yandex.ru

Коробова Людмила Александровна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, korob@info.sgu.ru

Гордина Раиса Ильинична, ассистент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, gordinari@yandex.ru

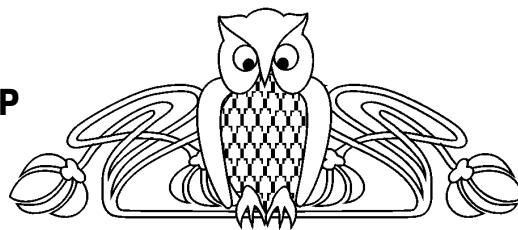
Логинова Марина Павловна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, mp.loginova@mail.ru

Колотухин Анатолий Трофимович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, kolotuhinat@yandex.ru

Мухин Владимир Михайлович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, muchin@info.sgu.ru

Надежная изоляция бажено-абалакского комплекса Красноленинского месторождения, гарантирующая его продуктивность, была обеспечена возникновением вторичных (гидротермальных) экранов в подстилающих породах тюменской свиты. Это выразилось в запечатывании межзернового пространства песчаников, алевро-песчаников и других пород тюменской свиты регенерационным кварцем, минералами кремнезема, редко сульфатами и карбонатами. Произошло это в раннюю стадию активизации, когда наблюдался массовый привнос продуктов выщелачивания (в первую очередь, SiO<sub>2</sub>) в эти отложения с соседней территории Талинского месторождения. Там в это время под действием гидротермальных растворов песчаники и гравелиты тюменской свиты преобразовывались во вторичные суперколлекторы.

**Ключевые слова:** гидротермальные растворы, баженовская свита, углеводороды, тюменская свита, вторичный флюидоупор, вторичный суперколлектор.



## Secondary Terrigenous Screens of the Tyumen Switch – Reliable Factor of Preservation of Productivity Bazhenov- abalak Complex

**A. D. Korobov, E. F. Ahlestina, L. A. Korobova,  
R. I. Gordina, M. P. Loginova, A. T. Kolotukhin,  
V. M. Mukhin**

Alexander D. Korobov, ORCID 0000-0002-9497-5030, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, korob@yandex.ru

Ekaterina F. Ahlestina, ORCID 0000-0001-5680-9472, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, ahlestinaf@yandex.ru

Lyudmila A. Korobova, ORCID 0000-0001-5900-7010, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, korob@info.sgu.ru

Raisa I. Gordina, ORCID 0000-0003-3216-5347, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, gordinari@yandex.ru

Marina P. Loginova, ORCID 0000-0003-2044-8040, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, mp.loginova@mail.ru

Anatoly T. Kolotukhin, ORCID 0000-0001-9247-864X, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, kolotuhinat@yandex.ru

Vladimir M. Mukhin, ORCID 0000-0002-99-39-7815, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, muchin@info.sgu.ru

Reliable isolation of the Bazhenov-Abalak complex of the Krasnoleninskoye field, ensuring its productivity, was provided by the appearance of secondary (hydrothermal) screens in underlying rocks of the Tyumen Suite. This was reflected in the sealing of the intergranular space of sandstones, silty sandstones and other rocks of the Tyumen suite with regenerative quartz, minerals of silica, and rarely sulphates and carbonates. It happened in the early stage of activation, when there was a massive supply of leach products (primarily SiO<sub>2</sub>) in these deposits from neighbouring areas of Talinskoye field. There at this time, the sandstones and gravelstones of the Tyumen suite were transformed into secondary super-collectors under the action of hydrothermal solutions.

**Key words:** hydrothermal fluid, Bazhenov suite, hydrocarbons, Tyumen suite, secondary impermeable rock, secondary super-collectors.

DOI: 10.18500/1819-7663-2017-17-4-276-280

В последнее время структура мировой нефтедобычи характеризуется стремительным ростом доли трудноизвлекаемых запасов, приуроченных к нетрадиционным объектам, к которым относят-



ся баженовские отложения (бажено-абалакский комплекс).

Установлено [1–3], что сохранение нефтенасыщенности породами бажено-абалакского комплекса во многом определяется их высококачественной изоляцией от проницаемых сред: пород-коллекторов, разломов с оперяющей трещиноватостью и т.д. Связано это с тем, что возникновение углеводородов (УВ) в высокобитуминозных отложениях баженовской свиты сопряжено с появлением там аномально высокого пластового давления (АВПД). Поэтому отсутствие надежных экранов неминуемо приводит к перетоку нефти в близко расположенные или контактирующие с баженовской толщей проницаемые породы и (или) разрывные нарушения. В условиях Пальяновской площади Красноленинского месторождения бажено-абалакский комплекс перекрывается отложениями фроловской свиты, которые практически лишены песчано-алевритовых прослоев и потому являются хорошим флюидоупором. В подстилающих продуктивный комплекс отложениях тюменской свиты (I<sub>1,2</sub>) широким распространением пользуются песчаники, алевро-песчаники, алевролиты наряду с глинисто-слюдистыми алевролитами, алевро-пелитолитами и глинами алевритистыми. Часть из них относится к качественным коллекторам. Следовательно, от-

жатие баженовской (бажено-абалакской) нефти в пределах исследуемой территории необходимо прогнозировать, в первую очередь, в породы тюменской свиты.

Однако петрографические наблюдения, подтвержденные рентгенофазовыми исследованиями (рис. 1–5), показали, что тектоногидротермальная активизация Западно-Сибирской плиты (поздний мел – ранний палеоген), ответственная за генерацию углеводородов [4], сопровождалась минерогенезом, который сильно влиял на фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) пород тюменской свиты. Эпигенетическое минералообразование сводится к широкомасштабному окварцеванию (окремнению), которое в разной степени затрагивает все без исключения породы. В значительно меньших объемах проявлены альбитизация (развитие альбит-олигоклаза), каолинизация и парагонитизация слюд, редко возникают вторичные карбонаты и сульфаты.

Активнее всего эти процессы протекали в изначально наиболее проницаемых породах – песчаниках. На первых этапах в них доминировало разложение (выщелачивание) неустойчивых минералов терригенного комплекса вплоть до их полного исчезновения. На заключительной стадии растворение сменялось минералообразованием. Прежде всего, это касалось кварца, зерна которого

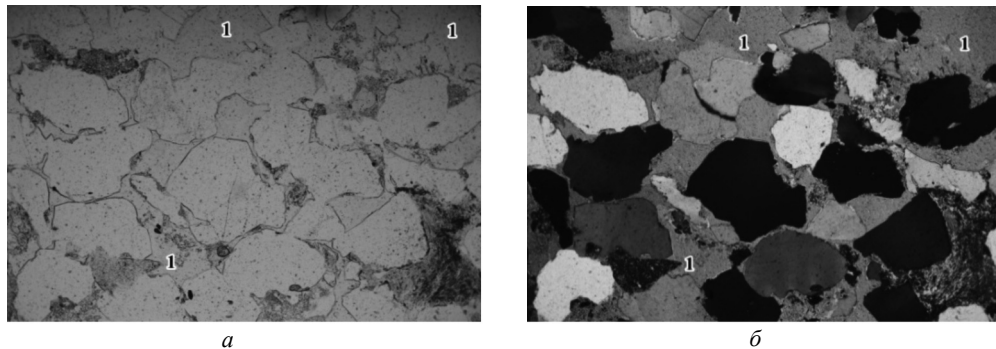


Рис. 1. Пойкилобласти кальцита (1), выступающего в роли цемента кварцевого песчаника. Тюменская свита: а – николи ||, б – николи +. Увеличение 100

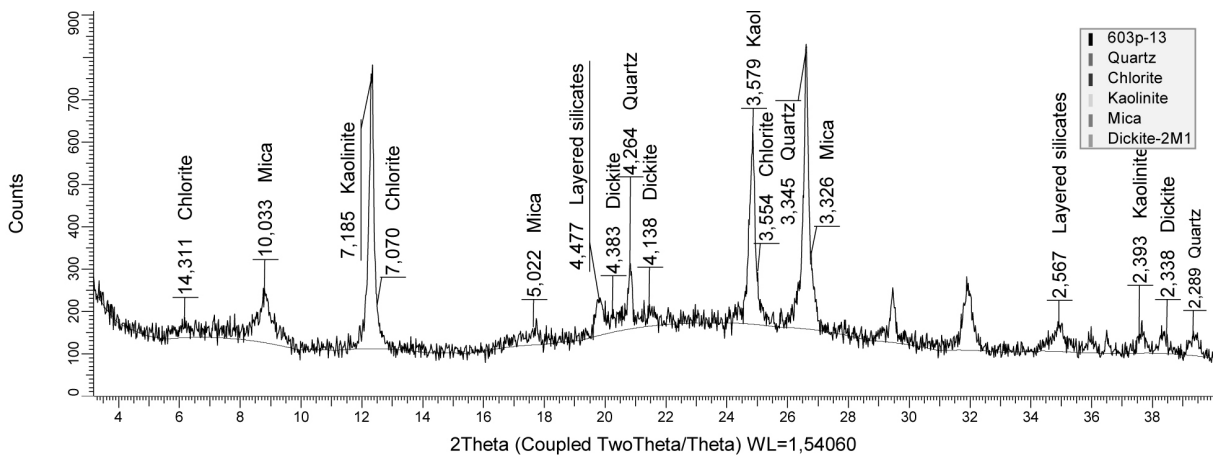


Рис. 2. Минеральный состав тонкой фракции (менее 0,001 мм), выделенной из разнозернистого кварцевого песчаника. Рентгенофазовый полуколичественный анализ. Тюменская свита

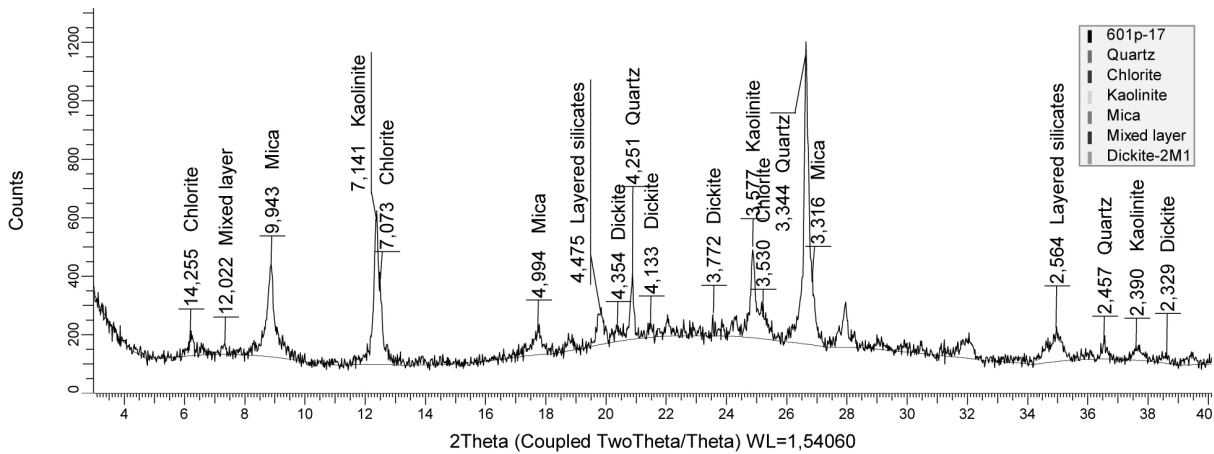


Рис. 3. Минеральный состав тонкой фракции (менее 0,001 мм), выделенной из алевро-песчаника. Рентгенофазовый полуквантитативный анализ. Тюменская свита

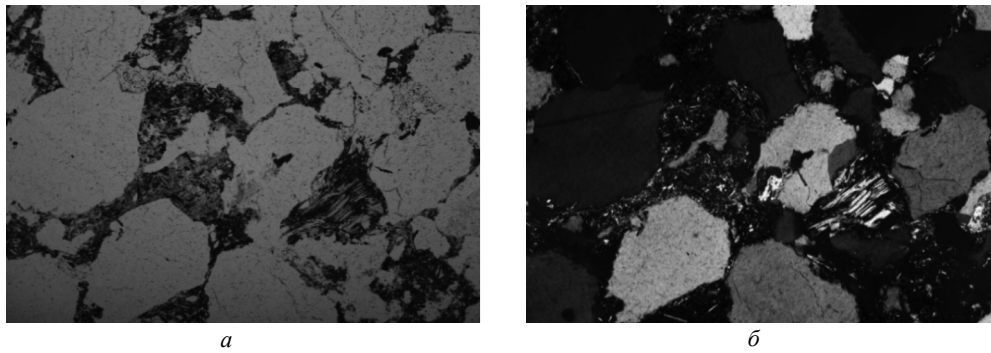


Рис. 4. Вторичный кварцит (сланцисто-кварцевая порода) по песчанику. Тюменская свита: а – николи ||, б – николи ⊥. Увеличение 100

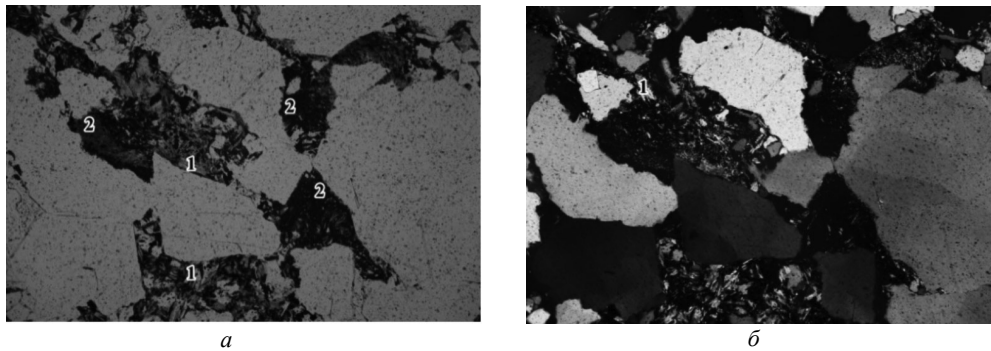


Рис. 5. Новообразованная слюда (1) в межзерновом пространстве вторичного кварцита по песчанику; 2 – нефть. Тюменская свита: а – николи ||, б – николи ⊥. Увеличение 100

испытывали регенерацию и разрастание с формированием идиоморфных гнездовидных сростков. При этом восстанавливались грани призм и пирамидальные верхушки у кристаллов. Процесс локализован в межзерновом пространстве, где растущий кварц ассоциирует с радиально-лучистым халцедоном. На участках максимального преобразования песчаников возникала слюди-сто-кварцевая порода, представляющая собой типичное гидротермально-метасоматическое образование, относящееся по классификации Н.И.

Наковника [5] к формации вторичных кварцитов (см. рис. 4, 5). Перерожденные таким образом песчаники приобретают низкие (V класс, по Ханину) коллекторские свойства (табл. 1). Если же такой песчаник, кроме того, подвергался вторичной карбонатизации (кальцитизации) и сульфатизации (ангидритизации), при которой новообразования выполняли роль цемента (см. рис. 1), коллекторские свойства породы продолжали ухудшаться и становились весьма низкими (VI класс, по Ханину, см. табл. 1).



### Физические свойства пород тюменской свиты и палеозойского фундамента Красноленинского месторождения

Номер образца	Глубина отбора, м	Название породы	Открытая пористость, $K_{\text{П}}$ , %	Газопроницаемость, $K_{\text{ПР}}$ , мД	Характеристика коллектора по проницаемости и емкости (по Ханину)
130-14	2514,2	Песчаник	12,1	5,3683	V класс коллектора, низкая
600P-14	2384,2	Вторичный кварцит по песчанику	14,8	2,7343	V класс коллектора, низкая
138-20	2847,0	Песчаник слюдистый	6,2	0,5166	VI класс коллектора, весьма низкая
601P-16	2425,6	Алевро-песчаник	13,1	0,6290	VI класс коллектора, весьма низкая
601P-19	2450,0	Алевролит	9,0	0,8702	VI класс коллектора, весьма низкая
603P-12	2435,9	Алевролит глинисто-слюдистый	8,7	0,3780	VI класс коллектора, весьма низкая
611P-22	2389,2	Алевро-пелитолит	4,7	3,4620	V класс коллектора, низкая
611P-19	2372,2	Глина алевритистая	1,7	1,7403	V класс коллектора, низкая
158-9	2927,9	Гранитогнейс палеозойского фундамента	1,0	0,3094	VI класс коллектора, весьма низкая

В алевро-песчаниках и алевролитах (в том числе глинисто-слюдистых) также наблюдаются регенерация и укрупнение кристаллов кварца за счет вторичного халцедона, присутствующего в заметном количестве в межзерновом пространстве. Там же на отдельных участках сосредоточен эпигенетический сидерит. Указанные минералы кольматируют пустотные пространства, от чего породы приобретают весьма низкие (VI класс, по Ханину, см. табл. 1) коллекторские свойства.

В изначально плохо проницаемых алевропелитолитах и алевритистых глинах вторичные изменения, которые связаны с поступлением горячих растворов и контролируют ФЕС, проявлены слабее, чем в предыдущем случае. Этим обусловлено, на первый взгляд, парадоксальное явление: несколько лучшие коллекторские свойства (V класс, по Ханину) отмечены у глинистых пород по сравнению с алевро-песчаниками и алевролитами (VI класс, см. табл. 1).

В пределах Пальяновского участка Красноленинского месторождения имеются площади, где тюменская свита отсутствует и породы бажено-абалакского комплекса ложатся непосредственно на складчатый фундамент. Физические характеристики наиболее распространенной доюрской породы месторождения – палеозойского гранитогнейса – свидетельствуют о ее весьма низких (VI класс, по Ханину) коллекторских свойствах (см. табл. 1).

Приведенные материалы говорят, что все породы, подстилающие бажено-абалакский комплекс в пределах исследованной территории независимо от исходного состава и возраста, обладают низкими и весьма низкими коллекторскими свойствами. Это позволяет им выполнять функцию флюидоупора и гарантировать сохранность нефти в бажено-абалакских толщах Красноленинского месторождения в условиях АВПД.

Что же явилось поставщиком громадного количества подвижного кремнезема, в первую

очередь обеспечивающего формирование на исследуемой территории вторичных экранов по терригенным отложениям тюменской свиты? И каковы причины этого явления?

Установлено [6], что в раннюю стадию напряженно-деформированного [7] состояния Красноленинского свода гидротермальные преобразования осадочных толщ Талинского месторождения и месторождений Пальяновской площади протекали по-разному. В первом случае имело место ширококомасштабное кислотное выщелачивание пород тюменской свиты с выносом большого количества продуктов растворения (в первую очередь,  $\text{SiO}_2$ ) за пределы Талинского месторождения. Ранняя стадия активизации протекала в условиях резкого пульсирующего стресса при повышенных температурах. Это способствовало скачкообразному высвобождению межслоевой воды из смектитов верхнеюрско-нижнемеловых отложений в процессе их иллитизации. Участки крупных скоплений монтмориллонитовых глин (фроровская свита раннемелового возраста), которые подверглись воздействию конвективного теплопереноса в процессе тектонической активизации, явились источником лавинообразного поступления петрогенной воды в общий водный баланс артезианской системы или в коллекторы – породы шеркалинской пачки тюменской свиты. Данная вода составляла основу возникающих при этом гидротермальных растворов, отличающихся большой растворяющей способностью [8]. В итоге почти полному выщелачиванию подвергся весь комплекс неустойчивых терригенных минералов шеркалинской пачки. Это привело к появлению большого количества вторичных пустот, укрупнению макро- и микротрещин. Размеры пустот колеблются от долей миллиметра до 4–6 мм. Они, как правило, соединены между собой системой трещин раскрытостью до 1,40–3,00 мм. В результате песчаники и гравелиты этого месторождения приобрели свойства суперколлекторов [9, 10]. Активный пульсирующий стресс отгонял



нагретые воды, насыщенные продуктами разложения, по проницаемым породам тюменской свиты, а также по контакту последних с образованиями фундамента на соседнюю Пальяновскую площадь, которая отличалась более спокойной тектонической обстановкой. Там растворенные компоненты выпадали из остывающих гидротерм и запечатывали (кольматировали) межзерновое пространство песчаников, алевро-песчаников и т.д. кварцем, халцедоном, опалом и другими минералами. В итоге коллекторы тюменской свиты на Пальяновской площади превратились во вторичные экраны.

В позднюю стадию активизации, когда на Талинском месторождении произошло заметное ослабление напряженно-деформированного состояния чехла, интенсивное выщелачивание сменилось минералообразованием и поступлением в гидротермальную систему нефти. Учитывая, что баженовская и тюменская свиты в зонах разломов и оперяющей трещиноватости гидродинамически связаны друг с другом [11–13], можно утверждать, что нефть из баженовских отложений в это время была полностью или в значительной степени перекачена (перераспределена), в частности, и в суперколлекторы шеркалинской пачки тюменской свиты природным тектоническим насосом. Поэтому шеркалинская пачка является основным продуктивным горизонтом Талинского месторождения, а в баженовских толщах этого месторождения нефть отсутствует, что подтверждает специальная литература [14]. На соседней же, Пальяновской, площади сингенетичная нефть в основной своей массе оставалась в породах бажено-абалакского комплекса и обеспечивала мало-, среднедебитные притоки ( $Q = 1,60\text{--}21,60$  т/сут) в скважинах. В зонах разломов нефтепритоки в скважинах заметно возрастают ( $Q \geq 80$  т/сут).

#### Библиографический список

1. Зубков М. Ю. Коллекторы в бажено-абалакском комплексе Западной Сибири и способы их прогноза // Геология нефти и газа. 2014. № 5. С. 58–72.
2. Белкин В. И., Ефремов Е. П., Каптелинин Н. Д. Модель коллекторов нефти баженовской свиты Салымского месторождения // Нефтяное хозяйство. 1983. № 10. С. 27–31.
3. Белкин В. И., Ефремов Е. П., Каптелинин Н. Д. Строение и нефтегазоносность баженовского резервуара // Литология и полезные ископаемые. 1985. № 2. С. 108–123.
4. Коробов А. Д., Коробова Л. А. Нефтегазоперспективный рифтогенно-осадочный формационный комплекс как отражение гидротермальных процессов в породах фундамента и чехла // Геология нефти и газа. 2011. № 3. С. 14–23.
5. Наковник Н. И. Вторичные кварциты СССР и связанные с ними месторождения полезных ископаемых. М. : Недра. 1968. 335 с.
6. Коробов А. Д., Ахлестина Е. Ф., Коробова Л. А. Вторичное минералообразование и фильтрационно-емкостные свойства коллекторов как отражение разноинтенсивных тангенциальных напряжений седиментационного бассейна с погребенным континентальным рифтом // Недра Поволжья и Прикаспия. 2016. Вып. 86. С. 3–17.
7. Грамберг И. С., Горяинов И. Н., Сmealов А. С. Опыт исследования напряженно-деформированного состояния Краснотелинского свода (Западная Сибирь) // Докл. РАН. 1995. Т. 345, № 2. С. 227–230.
8. Коробов А. Д., Коробова Л. А., Морозов В. П. Линейные зоны вторичной доломитизации пород-коллекторов Тевлинско-Русскинского месторождения – индикаторы путей миграции нефтеносного флюида // Нефтяное хозяйство. 2015. № 9. С. 52–56.
9. Абдуллин Р. А. Природа высокой проницаемости пород-коллекторов шеркалинского горизонта Красноленинского района Западной Сибири // Докл. АН СССР. 1991. Т. 316, № 2. С. 422–424.
10. Белкин В. И., Бачурин А. К. Строение и происхождение высокопроницаемых коллекторов из базальных слоев юры Талинского месторождения // Докл. АН СССР. 1990. Т. 310, № 6. С. 1414–1416.
11. Зубков М. Ю., Дворак С. В., Романов Е. А. Гидротермальные процессы в шеркалинской пачке Талинского месторождения (Западная Сибирь) // Литология и полезные ископаемые. 1991. № 3. С. 122–132.
12. Матусевич В. М., Рыльков А. В., Ушатинский И. Н. Геофлюидные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. Тюмень : ТюмГНГУ, 2005. 225 с.
13. Радченко А. В., Мартынов О. С., Матусевич В. М. Динамически напряженные зоны литосферы – активные каналы энерго-массопереноса. Тюмень : Тюменский дом печати, 2009. 240 с.
14. Клецев К. А., Шейн В. С. Нефтяные и газовые месторождения России : справочник в двух книгах. Книга вторая – азиатская часть России. М. : ВНИГНИ. 2010. 720 с.

#### Образец для цитирования:

Коробов А. Д., Ахлестина Е. Ф., Коробова Л. А., Гордина Р. И., Логинова М. П., Колотухин А. Т., Мухин В. М. Вторичные терригенные экраны тюменской свиты – надежный фактор сохранения продуктивности бажено-абалакского комплекса // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 4. С. 276–280. DOI: 10.18500/1819-7663-2017-17-4-276-280.

#### Cite this article as:

Korobov A. D., Ahlestina E. F., Korobova L. A., Gordina R. I., Loginova M. P., Kolotukhin A. T., Mukhin V. M. Secondary Terrigenous Screens of the Tyumen Switch – Reliable Factor of Preservation of Productivity Bazhenov-abalak Complex. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2017, vol. 17, iss. 4, pp. 276–280 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2017-17-4-276-280.