

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Поступила в редакцию 27.02.2024 г.

Принята к публикации 15.03.2024 г.

EDN: BDIWMG

УДК 553.98:551.762.1/.2:550.361(571.122)

**Заграновская Д.Е.**

ООО «Газпромнефть НТЦ», Санкт-Петербург, Россия, [Zagranovskaya.DE@gazpromneft-ntc.ru](mailto:Zagranovskaya.DE@gazpromneft-ntc.ru)

**Коробов А.Д.**

Саратовский национальный исследовательский государственный университет, Саратов, Россия

## **ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПУСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВА В ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ПРОРАБОТКИ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО БАССЕЙНА**

*В результате исследований перспективных участков в баженовском горизонте выявлены заниженные коллекторские свойства в песчаниках тюменской свиты, а в базальном горизонте, непосредственно залегающем на породах фундамента или коры выветривания, наоборот, фильтрационно-емкостные характеристики возросли. Петрографические наблюдения, подтвержденные рентгенофазовыми исследованиями, показали запечатывание межзернового пространства песчаников тюменской свиты, проявленное регенерацией кварца и продуктами выщелачивания, такими как минералы кремнезема, реже - сульфатов и карбонатов, которое происходило в результате циркуляции гидротермальных растворов. Непосредственно процессы выщелачивания проходили в нижележащих пластах - базальном горизонте и породах фундамента в результате растворения неустойчивых минералов и выноса минерального вещества, образуя межзерновое и межкристаллическое пустотное пространство. В вышележащем, перспективном баженовском горизонте процессы кондуктивного и конвективного теплопереноса отмечены не только преобразованием органического вещества, но и вторичной доломитизацией.*

**Ключевые слова:** тюменская свита, баженовский горизонт, базальный горизонт, породы фундамента, вторичный процесс, гидротермальный раствор, кондуктивный и конвективный теплоперенос, Красноленинский свод, Западно-Сибирский бассейн.

---

**Для цитирования:** Заграновская Д.Е., Коробов А.Д. Изменение структуры пустотного пространства в юрских отложениях в условиях гидротермальной проработки на территории Красноленинского свода Западно-Сибирского бассейна // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2024. - Т.19. - №1. - [https://www.ngtp.ru/rub/2024/2\\_2024.html](https://www.ngtp.ru/rub/2024/2_2024.html) EDN: BDIWMG

---

### **Введение**

В результате исследований структуры пустотного пространства юрских отложений установлено изменение коллекторских свойств в пластах с различными литолого-фациальными характеристиками. Породы тюменской свиты, образованные в более благоприятных литолого-фациальных условиях, теряли свои коллекторские свойства в основном за счет окремнения, а породы базального горизонта, наоборот, приобретали. Основной причиной имело место широкомасштабное кислотное выщелачивание пород базального горизонта и нижних песчаных пластов тюменской свиты и фундамента с выносом

большого количества продуктов растворения (в первую очередь  $\text{SiO}_2$ ) в вышележащие пласты тюменской свиты [Коробов и др., 2017б]. Ниже рассмотрено на минералогическом уровне, что же происходит со структурой пустотного пространства пород, и как ее изменили по разрезу вторичные процессы.

### Материалы и методы

Исследуемая скважина находится в пределах Пальяновского участка Красноленинского месторождения и вскрывает по разрезу четыре нефтегазоносных комплекса: доюрский, среднеюрский, верхнеюрский и аптский. Основным нефтегазоносным потенциалом в пределах района исследований в юрском комплексе является баженовский горизонт, из которого ведется добыча нефти.

В исследовании участвуют отложения тюменской свиты и баженовского горизонта, а также базальный горизонт и образования фундамента.

Отложения базального горизонта в районе работ развиты по кровле выступов фундамента и представлены глинами, алевролитами, песчаниками, гравелитами и конгломератами, чаще с очень низкой степенью сортировки, такие породы не могут являться коллекторами, и их называют «свал». Коры выветривания развиты по коренным породам фундамента, которые представлены палеозойскими гранитогнейсами и триасовыми сланцами.

Тюменские отложения характеризуются сложным площадным распространением. Литолого-фациальные обстановки среднеюрского времени в пластах от радомской пачки до пласта ЮК5 территории, характеризуются возвышенной эрозионно-денудационной равниной с выступами палеозойского фундамента, площади распространения пластов сокращаются вниз по разрезу. Вверх по разрезу рельеф нивелируется, увеличиваются площади аккумуляции, развиваются речные долины. На более позднем этапе среднеюрского времени отложения (пласты ЮК2-4) характеризуются сменой континентальных обстановок переходными, представленными дельтовыми, прибрежно- и мелководно-морскими осадками. Потенциальные коллекторы сформировались, в основном, в обширных речных системах в пределах прибрежной равнины, временами заливаемой морем. Таким образом, для Пальяновского участка наиболее благоприятные литолого-фациальные обстановки отмечаются для терригенных пластов Ю2-4, а для пластов от Ю5 и ниже, обстановки изменчивы и характеризуются невыдержанным литологическим составом по площади.

Также следует отметить, что для исследуемой площади выявлены аномально повышенные значения современных и палеотемператур, относительно других территорий (более погруженных), где на минералогическом уровне отмечаются вторичные процессы, характерные для конвективного и кондуктивного теплообмена, в результате которых изменена структура пустотного пространства пород-коллекторов и, как следствие, фильтрационно-

емкостные характеристики для осадочного чехла.

На рассматриваемой площади установлена продуктивность баженовского горизонта, которая контролируется интенсивностью наложенного гидротермального преобразования, с проявлением вторичной минерализации [Зубков, 2014; Коробов и др., 2017а]. Поэтому генерация нефти и гидротермальная проработка в породах баженовской свиты являются сопряженными процессами [Патент РФ..., 2018].

На Пальяновской площади баженовский горизонт перекрывается отложениями фроловской свиты, которая представлена глинистыми разностями и является хорошим флюидоупором. Следовательно, эмиграцию баженовской нефти в пределах исследуемой территории необходимо прогнозировать, в первую очередь, в породы тюменской свиты – песчаники и алевролиты [Коробов и др., 2017а].

С целью прослеживания изменения структуры пустотного пространства в юрском комплексе в областях гидротермальной проработки исследовались керновые данные (макроописания) и шлифы в одной из скважин на площади Красноленинского свода. Определялся минералогический и вещественный состав по карбонатометрии, РФА и РСА, исследовалась структура пустотного пространства.

Для анализа выбиралась скважина с максимальным отбором керна из юрского комплекса, включая тюменскую свиту и баженовский горизонт, а также породы базального горизонта, непосредственно залегающие на фундаменте. В скважине выполнялись испытания всех возможных перспективных пластов. Причем, одним из основных требований при выборе скважины для исследований, являлось условие получения притока из баженовского горизонта, которое априорно указывает на высокотемпературные условия в юрском комплексе для данной площади с сопряженными вторичными процессами и гидротермальной проработкой пород [Коробов и др., 2017б; Коробов, Коробова, 2011]. В итоге выбрана скважина с керном из юрских отложений и с полученным промышленным притоком более 20 т/сут нефти из отложений баженовского горизонта.

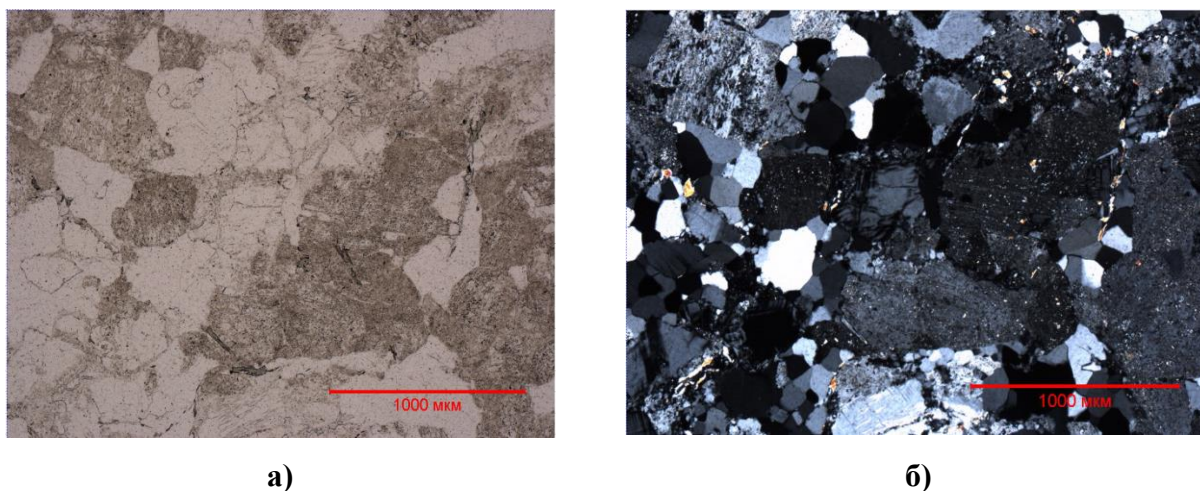
В результате исследований кернового материала со свечением фракций УВ при фотографировании в ультрафиолетовом свете установлены нефтенасыщенные пропластки лишь в песчаниках и конгломератах на контакте тюменской свиты ЮК4 с базальным горизонтом и в образованиях коры выветривания, также выделялись пропластки со свечением в баженовском горизонте.

Результатами испытаний в скважине подтверждены перспективы нефтегазоносности контактирующего пласта с базальным горизонтом и установлены бесперспективные пропластки в пластах ЮК2-3 и верхней части пласта ЮК4. Возникает вопрос, почему песчаники и алевролиты, накопившиеся в благоприятных литолого-фациальных условиях,

являются бесперспективными по отношению к базальным песчаникам и конгломератам, которые не приобрели коллекторских свойств при седиментации?

Ниже представлено описание пород от фундамента до баженовского горизонта, а также породы тюменской свиты, рассмотрены процессы преобразования коллектора в неколлектор и, наоборот, на минералогическом уровне и в шлифах. Петрографические наблюдения, подтвержденные рентгенофазовыми исследованиями, вторичные преобразования по всему разрезу и подтверждают стрессовую обстановку на этапе тектоногидротермальной активизации Западно-Сибирской плиты (поздний мел – ранний палеоген) [Граumberг и др., 1995; Матусевич, Рыльков, Ушатинский, 2005; Коробов и др., 2017б].

Породы фундамента представлены лейкогранитом (рис. 1), слабо изменённым беспорядочной текстуры гипидиоморфнозернистой структуры, в составе которого встречены все силикатные минералы. Кварц - изометричные кристаллы скучкованные в гранобластовый кварцитовидный агрегат с нормальным, изредка волнистым погасанием каждого отдельного зерна. Некоторые зёрна кварца трещиноваты. Участками отмечается грануляция кварца. Полевые шпаты: плагиоклаз кислого состава, с нарушенными двойниковой структурой и слабо катаклазированным самим зерном, слабо серицитизированный, иногда отмечается растворение по плоскостям двойниковых швов и внутри самого тела минерала; микроклин чистый, с нарушенной внутренней структурой; ортоклаз чистый прозрачный с пертитовыми веретенообразными вросками альбита и трещиноватый, а также частично замещённый хлоритом, серицитом и разложен до пелита. Слюда практически полностью разложена, гидратирована, превращена в гидрослюдистый агрегат. Остатки неполностью разложенного мусковита расщеплены. Единично встречены чешуйки также полуразложенного биотита.



**Рис. 1. Фото шлифов лейкогранита слабо изменённого беспорядочной текстуры гипидиоморфнозернистой структуры**

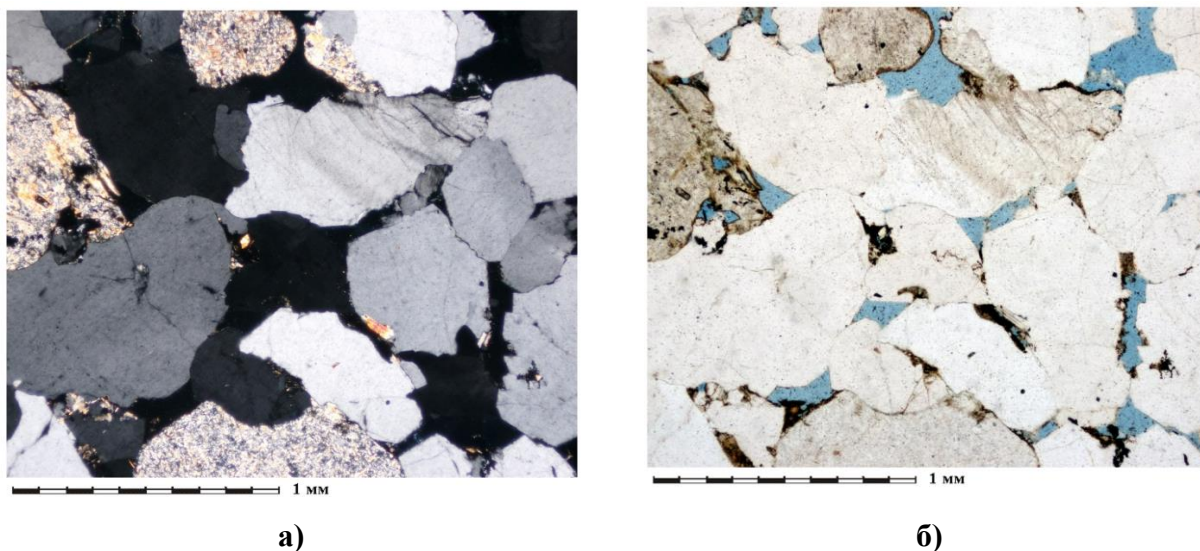
*Вид: а) без анализатора, б) с анализатором.*



Свободное поровое пространство незначительно по содержанию, поры изолированные, так как образованы внутри зёрен полевых шпатов в результате их растворения и выноса минерального вещества.

Гидрослюдизация, очень редко лейкоксенизация; грануляция кварца; отмечается стрессовая деформация полевого шпата и кварца.

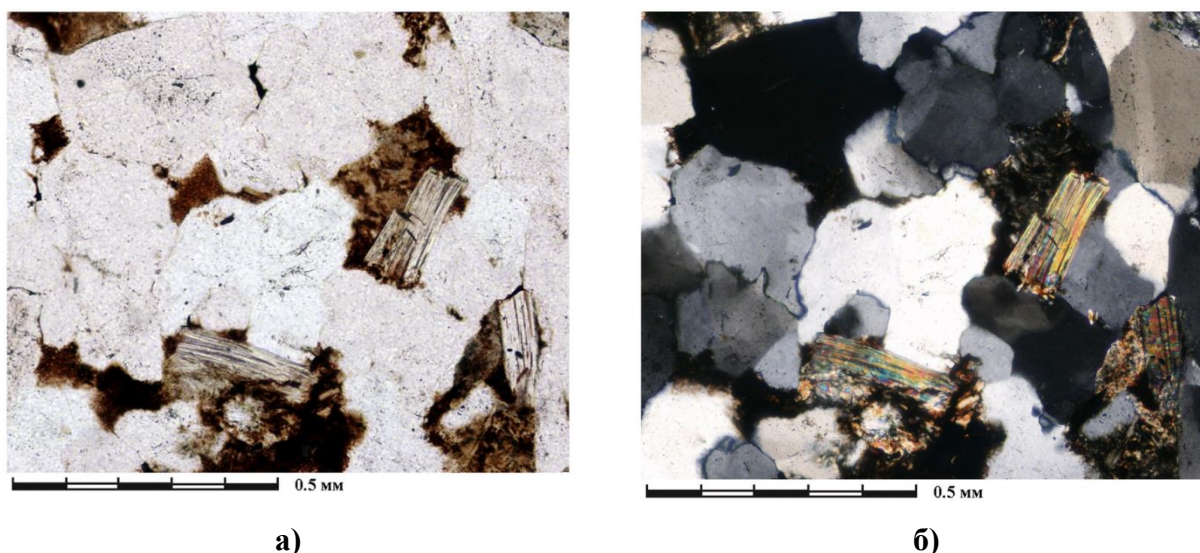
Отложения переходной толщи от базального горизонта к пласту ЮК4 представлены песчаниками (рис. 2) средне-крупнозернистыми, с глинистым цементом, слюдистый, текстура массивная. Морфологические особенности - зерна кварца в основном чистые, реже с пелитовыми включениями, с прямым и волнистым угасанием, иногда встречаются регенерационные каемки. Полевые шпаты отсутствуют. Обломки пород: кварциты, кремнистые сланцы. Слюды: мусковит. Сортировка и форма обломков средняя, зерна полуугловатые, полуокатанные. Акцессорные минералы не выявлены, аутигенные минералы единичные, пленки лейкоксена. Тип цемента кварцево-регенерационный, поровый. Цемент глинистый, гидрослюдисто-хлоритового и каолинитового состава. Из вторичных изменений отмечается регенерация зерен кварца, гидратизация слюды. Конформно-регенерационный контакт. Открытые поры (размером до 0,5 мм) составляют 12-14% площади шлифа. Класс коллектора по Ханину - III.



**Рис. 2. Фото шлифов песчаника средне-крупнозернистого с глинистым цементом, слюдистого**  
Вид: а) с анализатором, б) без анализатора

Породы пласта ЮК4 представлены песчаником (рис. 3) мелко-среднезернистым, с глинистым цементом, слюдистый, текстура массивная. Отличительной особенностью песчаника является присутствие в породе двух типов плагиоклазов альбит-олигоклазового ряда, которые различаются по степени сохранности. Одни характеризуются четкими

полисинтетическими двойниками и свежестью кристаллов. Их зерна несколько укрупнены (до 0,08x0,12 мм) и обладают неровными очертаниями, что, скорее всего, связано с процессами регенерации. Кроме того, в шлифе встречаются мелкие (до 0,04 мм) чистые кристаллики кислых плагиоклазов, собранные в виде гнезд. Наряду с этим наблюдаются различно измененные плагиоклазы: гидрослюдизированные, серицитизированные, каолинизированные, глинизированные, нередко лишь с едва угадываемыми двойниками. В первом случае, развиты альбит и альбит-олигоклазы гидротермальной природы. Во втором случае речь идет о плагиоклазах терригенного комплекса. Калиевые полевые шпаты (микроклин-ортоклазы) описываемого песчаника в различной степени пелитизированы. Другой отличительной особенностью породы является то, что присутствующий здесь мусковит (3-5% площади шлифа) парагонитизирован и (или) серицитизирован.



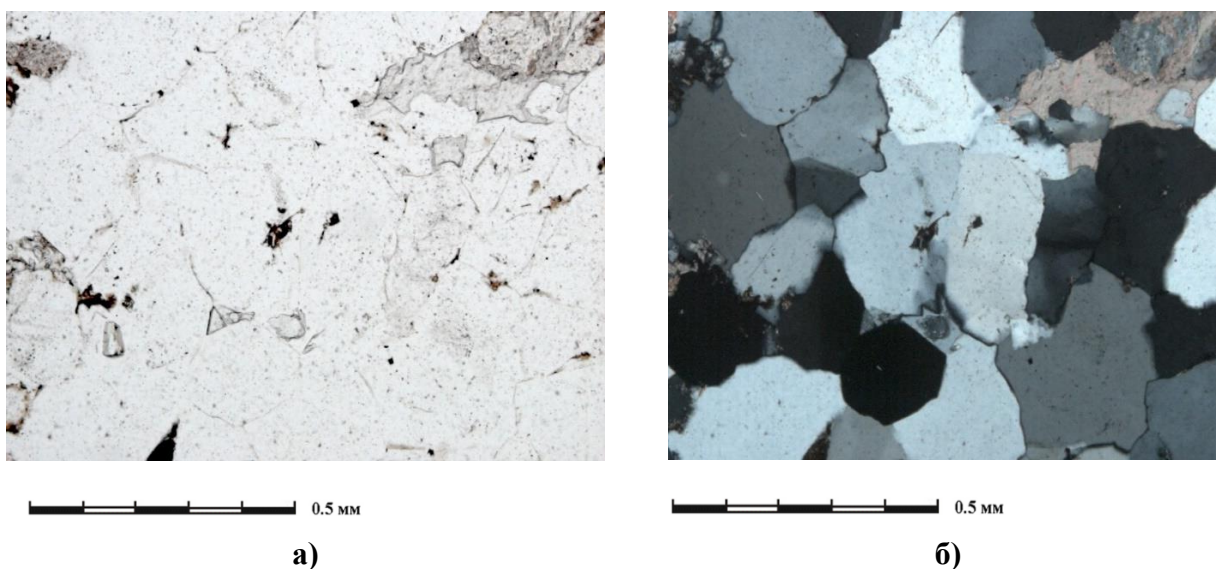
**Рис. 3. Фото шлифа песчаника мелко-среднезернистого с глинистым цементом, слюдистого**  
Вид: а) без анализатора, б) с анализатором.

Межзерновое пространство заполнено пелитово-глинистым поликомпонентным материалом, который является, в основном, продуктом разложения полевых шпатов, слюд, обломков пород (эффузивов). Этот материал выполняет роль контактово-порового цемента. Класс коллектора по Ханину - VI.

Ниже приведен шлиф тюменской свиты пласта ЮК2-3 (рис. 4), представленный песчаником разнозернистым, слюдистым. Порода буровато-серая со светло-серыми прожилками (слойками, гнездами), плотная, крепкая. Основным породообразующим минералом является кварц в виде разноразмерных (от 0,04-0,16 мм до 0,3x0,6 мм) зерен и их сростков (до 1,0x2,0 мм). Зерна кварца бесцветные неправильные с неровными очертаниями со следами растворения, регенерации и разрастания с образованием крупных кварцитовидных

гнезд и нередко с восстановлением кристаллических граней призмы, пирамидальных вершук, идиоморфных кристалликов. Зерна кварца, в основном, чистые.

Значительно содержание мусковита в виде бесцветных чешуек (до 0,24x0,6 мм) и продуктов его разложения (каолинита, монтмориллонита и др.); чешуйки мусковита, как правило, деформированы. Крупные из них (до 0,4x1,0 мм) иногда как бы растворены проросли кварцем. Часто наблюдаются гнездовидные скопления значительно измененного «пучковидного» («пучки» от 0,04 до 0,16 мм) мусковита с радиальной ориентировкой чешуек. Участки с наиболее разложенным (глинизированным, пелитизированным) мусковитом в различной степени битуминизированы. Битум неравномерно насыщает породу в виде пятнисто-прожилковых скоплений. Битум различной твердости (в отраженном свете от желтоватого до черного). Редко отмечаются полевые шпаты в виде, в основном, микроклин-ортоклазов, слабо пелитизированных и серитизированных по спайности (размером до 0,24 мм). Плагиоклазы встречаются в виде единичных зерен свежего олигоклаза.



**Рис. 4. Фото шлифа песчаника разномерного, слюдяного**

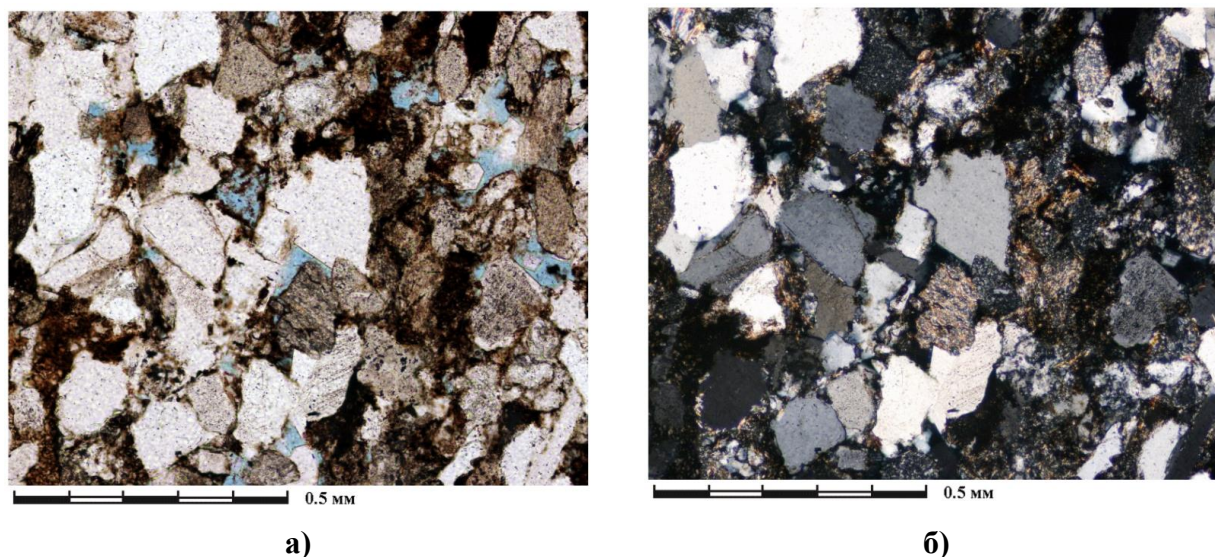
*Вид: а) без анализатора, б) с анализатором.*

Обломки пород также редки. Это окатанные зерна кремней кварц-халцедонового состава, кварциты. Часто наблюдаются округлые зерна чистого серицита. Из аксессуарных минералов встречены лейкоксен, эпидот. В виде отдельных кристаллов, их сростков просматриваются в межзерновых участках кальцит, ангидрит, выполняя роль цемента. Гнездовидные выделения образуют различно окристаллизованный каолинит и монтмориллонит, главным образом, в участках скопления разложенного мусковита. В виде редких волокон отмечается хлорит, связанный, возможно, с измененными нацело гидрослюдами.



Характер цементации, в основном, конформный. В сростках кварца слабо развит инкорпорационный тип цемента. Цементация прочная. Поры не просматриваются (все «свободное» от кластики пространство занято битумом, новообразованиями кварца и прочими вторичными продуктами). Структура псаммитовая (разнозернистая).

Песчаник пласта ЮК2-3, мелкозернистый (рис. 5), с глинистым цементом, алевритистый, текстура массивная. Морфологические особенности - зерна кварца в основном чистые, с пелитовыми включениями, с прямым и волнистым угасанием, прерывистыми регенерационными каемками, размером от 0,016 до 0,04 мм. Полевые шпаты представлены кислыми плагиоклазами и калишпатами, измененными в слабой и средней степени. Обломки пород: кварциты, кремнистые сланцы. Слюды: биотит (деформированный, разбухший) и мусковит. Сортировка и форма обломков средняя, зерна полуугловатые, полуокатанные, изометричные, угловатые. Акцессорные минералы - циркон, аутигенные минералы - лейкоксен (< 1%), пирит. Тип цемента кварцево-регенерационный, пленочно-поровый, поровый. Цемент глинистый, гидрослюдисто-хлоритового и каолинитового состава. Вторичные изменения характеризуются пелитизацией, серицитизацией и выщелачиванием полевых шпатов, отмечается регенерация зерен кварца, гидратизация, хлоритизация слюды. Конформно-регенерационный контакт. Открытые поры (размером до 0,12 мм, преобладают 0,05-0,07 мм) составляют 6-7% площади шлифа. Класс коллектора по Ханину - V.

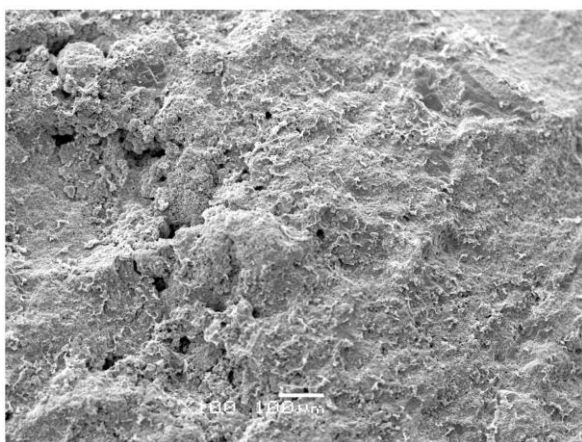


**Рис. 5. Фото шлифа песчаника мелкозернистого с глинистым цементом, алевритистого**  
Вид: а) без анализатора, б) с анализатором.

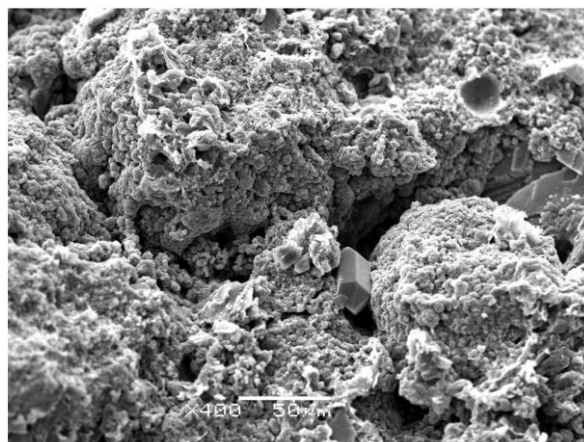
Перекрывает юрский разрез баженовский горизонт, где также установлены вторичные процессы на минералогическом уровне [Патент РФ..., 2015]. На рис. 6 представлено фото шлифа копролита из отложений баженовского горизонта. Копролит фосфатный [Грабовская,



Жуков, Заграновская, 2018] с многочисленными реликтами панцирей радиолярий (апатитизированных), комковатый, массивный, с шаровидными скоплениями тонкокристаллического пирита; фосфатный материал (апатитового состава) пелитоморфный, образует сплошные массивные скопления; комковатой формы, в большинстве замещает реликтовые одноклеточные планктонные формы (панцири радиолярий); кремнистый материал представлен переотложенным (в виде отдельных кристаллов и их точечных скоплений агрегатов) мелко-тонкозернистым материалом в межформенном пространстве; карбонатный материал (доломитового состава) мелкозернистый, выполняет реликтово-органогенные образования одноклеточных планктонных форм, а также раскристаллизован в межформенном пространстве; глинистый (хлорит-гидрослюдистого состава) материал отмечается в виде тонких скоплений слабо агрегированных чешуек. В породе присутствуют межформенные и межкристаллические микропоры; открытые поры - средним размером 8-12 мкм, единичные - сечением до 30-40 мкм, как замкнуты по отношению друг к другу, так и сообщаются между собой посредством ультракапиллярных и узких щелевидной формы поровых каналов. Пропластки копролита (фосфорита), наряду с радиоляритовыми разностями в баженовском горизонте являются вторичными коллекторами [Патент РФ..., 2018].



а)



б)

**Рис. 6. Фото шлифа копролита фосфатного из баженовского горизонта**

*Вид: а) общее строение породы; б) особенности структуры порового пространства; увеличение 100x и 400x соответственно.*

### Обсуждение результатов

Петрографические наблюдения, подтвержденные рентгенофазовыми исследованиями, показали, что тектоногидротермальная активизация Западно-Сибирской плиты на границе поздний мел – ранний палеоген [Грамберг и др., 1995], ответственная за генерацию углеводородов, сопровождалась минерагенезом, который сильно влиял на фильтрационно-

емкостные свойства пород юрского комплекса от баженовского горизонта и тюменской свиты до изначально низкопроницаемых пород контакта с фундаментом (базальный горизонт) [Матусевич, Рьльков, Ушатинский, 2005].

При вторичном преобразовании, которое отвечает сложным процессам - конвективному и кондуктивному теплопереносу, происходящим в результате гидротермальной проработки, потенциальные породы-коллекторы, в дальнейшем теряли свои фильтрационно-емкостные свойства вплоть до перехода в не коллекторы, что подтверждается низкими притоками углеводородов в данных зонах или их отсутствием [Патент РФ..., 2018; Стрижнев, Заграновская, Жуков, 2015].

Интенсивнее всего эти процессы протекали в породах, наиболее приближенных к фундаменту, где в них доминировало разложение (выщелачивание) неустойчивых минералов терригенного комплекса вплоть до их полного исчезновения. Далее, вверх по разрезу происходят обратные процессы, продукты выщелачивания коагулируют пустотное пространство и преобразованные песчаники приобретают низкие коллекторские свойства. Там растворенные компоненты выпадали из гидротерм и запечатывали 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 [Коробов и др., 2017б].

Эпигенетическое минералообразование привело к окварцеванию (окремнению), которое в разной степени преобразовало породы тюменской свиты. Менее выражены альбитизация (развитие альбит-олигоклаза) и каолинизация, парагонитизация слюд, редко возникают вторичные карбонаты и сульфаты.

Так, в породах фундамента отмечаются процессы растворения и выноса минерального вещества внутри зёрен полевых шпатов, которые в дальнейшем коагулировали вышележащие отложения тюменской свиты.

В отложениях песчаников нижележащего пласта ЮК4 и контактирующими с ними алевро-песчаными отложениями базального горизонта, зерна кварца, в основном чистые, следы регенерации в виде неравномерных шиповидных наростов или прерывистых каёмок отмечены только как единичные случаи. В итоге, вторичных изменений, в основном выщелачивания полевых шпатов цемента, песчаники и алевропесчаники пласта, улучшили свои фильтрационно-емкостные свойства и характеризуются как коллекторы II-III класса по классификации Ханина.

В тюменской свите в верхней части пласта (ЮК2-3) на участках максимального преобразования песчаников возникала слюдисто-кварцевая порода, представляющая собой типичное гидротермально-метасоматическое образование, относящееся по классификации

Н.И. Наковника к формации вторичных кварцитов [Коробов и др., 2017б]. Минералообразование характеризуется вторичными процессами, которые проявлены в песчаниках регенерационными шиповидными наростами или прерывистыми каёмками кварца, отмечается укрупнение кристаллов кварца за счет вторичного халцедона, который заметно присутствует в межзерновом пространстве. На отдельных участках сосредоточен эпигенетический сидерит. Если же такой песчаник (рис. 4), кроме того, подвергался вторичной карбонатизации (кальцитизации) и сульфатизации (ангидритизации), при которой новообразования выполняли роль цемента, коллекторские свойства породы продолжали ухудшаться [Коробов и др., 2017б]. Указанные минералы колюматируют пустотные пространства, в итоге песчаники пласта характеризуются ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами и отвечают коллекторам V-VI класса по классификации А.А. Ханина.

Ярко проявленная доломитизация в баженовском горизонте указывает на изменение структуры пустотного пространства в результате гидротермальной проработки. Затронутые вторичными преобразованиями породы в баженовском горизонте чаще являются пластами-коллекторами [Коробов и др., 2017а, Патент РФ..., 2018].

### Выводы

Выполненные исследования показали, что породы тюменской свиты, подстилающие бажено-абалакский комплекс вторично преобразованы (независимо от благоприятных условий осадконакопления), обладают низкими коллекторскими свойствами. В песчаниках и алевролитах отмечена регенерация и укрупнение кристаллов кварца за счет вторичного халцедона, присутствующего в заметном количестве в межзерновом пространстве. Аутигенные минералы запечатывают пустотное пространство, и породы приобретают очень низкие коллекторские свойства, что подтверждают результаты испытаний. Вторичное минералообразование обеспечивалось поступлением продуктов выщелачивания из отложений базального горизонта и самого фундамента в результате гидротермальной проработки.

Отложения базального горизонта, контактирующие с породами фундамента, чаще представлены изначально плохо проницаемыми разнотернистыми глинистыми песчаниками и алевролитистыми глинами, наоборот, имеют повышенные коллекторские свойства. Вторичные изменения, вызванные поступлением горячих растворов в пласт в результате выщелачивания, увеличивают пустотное пространство и переходят из не коллектора в коллектор.

Баженовские отложения, затронутые вторичными преобразованиями, проявленными в шлифах аутигенными минералами, приобретают пустотное пространство и становятся пластами-коллекторами [Коробов, Коробова, Заграновская, 2018; Патент РФ..., 2018].



## Литература

Грабовская Ф.Р., Жуков В.В., Заграновская Д.Е. Строение и условия формирования баженовского горизонта Пальяновской площади Западной Сибири // Литология и полезные ископаемые. - 2018. - № 3. - С. 195-206. DOI: [10.7868/S0024497X18030011](https://doi.org/10.7868/S0024497X18030011)

Грамберг И.С., Горяинов И.Н., Сmealов А.С. Опыт исследования напряженно-деформированного состояния Красноленинского свода (Западная Сибирь) // Доклады РАН. - 1995. - Т. 345. - № 2. - С. 227-230.

Зубков М.Ю. Коллекторы в бажено-абалакском комплексе Западной Сибири и способы их прогноза // Геология нефти и газа. - 2014. - №5. - С. 58-72. EDN: [SXTHAH](https://www.edn.ru/SXTHAH)

Коробов А.Д., Ахлестина Е.Ф., Гордина Р.И., Заграновская Д.Е., Коробова Л.А., Колотухин А.Т., Мухин В.М. Развитие вторичного доломита, сопутствующих минералов и продуктивность залежей в битуминозных породах баженовской свиты (Западная Сибирь). Недра Поволжья и Прикаспия. - 2017а. - № 91. - С. 3-21. EDN: [XSHQRN](https://www.edn.ru/XSHQRN)

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 // Известия Саратовского ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. - 2017б. - Т. 17. - Вып. 4. - С 276-280. DOI: [10.18500/1819-7663-2017-17-4-276-280](https://doi.org/10.18500/1819-7663-2017-17-4-276-280)

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. EDN: [NURDWJ](https://www.edn.ru/NURDWJ)

Коробов А.Д., Коробова Л.А., Заграновская Д.Е. К проблеме выделения контура продуктивности баженовской свиты на основе эпигенетического минерагенеза // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2018. - № 8. - С. 21-29. DOI: [10.30713/2413-5011-2018-8-21-29](https://doi.org/10.30713/2413-5011-2018-8-21-29)

Матусевич В.М., Рыльков А.В., Ушатинский И.Н. Геофлюидные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. - 225 с.

Патент РФ на изобретение RU 2596181 С1. Способ поиска залежей углеводородов в нетрадиционных коллекторах баженовской свиты / А.А. Вашкевич, К.В. Стрижнев, Д.Е. Заграновская, В.В. Жуков. Заявл. 25.05.2015. Оpubл. 09.08.2016. Патентообладатель ООО «Газпромнефть НТЦ».

Патент РФ на изобретение RU 2650852 С1. Способ поиска локальных залежей углеводородов в высокоуглеродистых отложениях баженовской свиты / А.Д. Коробов, Д.Е. Заграновская, Л.А. Коробова, А.А. Вашкевич, К.В. Стрижнев, О.А. Захарова, В.В. Жуков. Заявл. 20.06.2017. Оpubл. 17.04.2018. Патентообладатель ООО «Газпромнефть НТЦ». EDN: [WMKUDU](https://www.edn.ru/WMKUDU)

Стрижнев К.В., Заграновская Д.Е., Жуков В.В. Выделение перспективных нефтегазоносных площадей для нетрадиционных коллекторов баженовской свиты // Недропользование XXI век. - 2015. - №1. - С.120-129. EDN: [TONSOV](https://www.edn.ru/TONSOV)

*This is an open access article under the CC BY 4.0 license*

Received 27.02.2024

Published 15.03.2024

**Zagranovskaya D.E.**

LLC "Gazpromneft STC", St. Petersburg, Russia, Zagranovskaya.DE@gazpromneft-ntc.ru

**Korobov A.D.**

Saratov National Research State University, Saratov, Russia

## CHANGES IN THE STRUCTURE OF VOID SPACES IN JURASSIC STRATA UNDER CONDITIONS OF HYDROTHERMAL ALTERATION ON THE KRASNOLENINSK ARCH, WEST SIBERIAN BASIN

*As a result of studies of the Bazhenov Formation prospects, underestimated reservoir properties were revealed in the Tyumen Formation sandstones; and in the basal level overlying the basement rocks or weathering crust, the porosity and permeability properties are increased. Petrographic observations, confirmed by X-ray studies, showed the sealing of the intergranular spaces of the Tyumen Formation sandstones, manifested by the regeneration of quartz and leaching products, such as silica minerals, and less commonly, sulfates and carbonates, which occurred as a result of the hydrothermal alteration. The leaching processes took place in the underlying strata – the basal level and basement rocks as a result of the dissolution of unstable minerals and the removal of mineral matter, forming intergranular and intercrystal porosity. The processes of conductive and convective heat and mass transfer in the overlying promising Bazhenov Formation are confirmed not only by the transformation of organic matter but also by secondary dolomitization.*

**Keywords:** Tyumen Formation, Bazhenov Formation, basal level, basement rocks, secondary processes, hydrothermal solution, conductive and convective heat and mass transfer, Krasnoleninsk Arch, West Siberian basin.

---

**For citation:** Zagranovskaya D.E., Korobov A.D. *Izmenenie struktury pustotnogo prostranstva v yurskikh otlozheniyakh v usloviyakh gidrotermal'noy prarabotki na territorii Krasnoleninskogo svoda Zapadno-Sibirskogo basseyna* [Changes in the structure of void spaces in Jurassic strata under conditions of hydrothermal alteration on the Krasnoleninsk Arch, West Siberian basin]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2024, vol. 19, no. 1, available at: [https://www.ngtp.ru/rub/2024/2\\_2024.html](https://www.ngtp.ru/rub/2024/2_2024.html). EDN: BDIWMG

---

### References

Grabovskaya F.R., Zhukov V.V., Zagranovskaya D.E. *Stroenie i usloviya formirovaniya bazhenovskogo gorizonta Pal'yanovskoy ploschadi Zapadnoy Sibiri* [Structure and formation conditions of the Bazhenov Formation in the Pal'yanovo Area, West Siberia]. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 2018, no. 3. pp. 195-206. (In Russ.). DOI: [10.7868/S0024497X18030011](https://doi.org/10.7868/S0024497X18030011)

Gramberg I.S., Goryainov I.N., Smekalov A.S. *Opyt issledovaniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya Krasnoleninskogo svoda (Zapadnaya Sibir')* [The experience of studying the stress-strain state of the Krasnoleninsk Arch (Western Siberia)]. *Doklady RAN*, 1995, vol. 345, no. 2. pp. 227-230. (In Russ.).

Korobov A.D., Akhlestina E.F., Gordina R.I., Zagranovskaya D.E., Korobova L.A., Kolotukhin A.T., Mukhin V.M. *Razvitie vtorichnogo dolomita, soputstvuyushchikh minerallov i produktivnost' zalezhey v bituminoznykh porodakh bazhenovskoy svity (Zapadnaya Sibir')* [Development of secondary dolomite, associated minerals and productivity of the Bazhenov Formation bituminous rocks (Western Siberia)]. *Nedra Povolzh'ya i Prikaspiya*, 2017, no. 91. pp. 3-21. (In Russ.). EDN: [XSHQRN](https://www.ngtp.ru/rub/2024/2_2024.html)

Korobov A.D., Akhlestina E.F., Korobova L.A., Gordina R.I., Loginova M.P., Kolotukhin A.T., Mukhin V.M. *Vtorichnye terrigennyye ekrany tyumenskoy svity - nadezhnyy faktor sokhraneniya produktivnosti bazhenno-abalakskogo kompleksa* [Secondary terrigenous screens of the Tyumen Formation - reliable factor of preservation of productivity Bazhenov-Abalak Formations].

*Izvestiya Saratovskogo un-ta. Nov. ser. Ser. Nauki o Zemle*, 2017, vol. 17, iss. 4, pp. 276-280 (In Russ.). DOI: [10.18500/1819-7663-2017-17-4-276-280](https://doi.org/10.18500/1819-7663-2017-17-4-276-280)

Korobov A.D., Korobova L.A. Neftegazoperspektivnyy riftogenno-osadochnyy formatsionnyy kompleks kak otrazhenie gidrotermal'nykh protsessov v porodakh fundamenta i chekhla [Oil and gas perspective of the rift-sedimentary formation as a reflection of hydrothermal processes in the rocks of the basement and cover]. *Geologiya nefti i gaza*, 2011, no. 3, pp. 14-23. (In Russ.). EDN: [NURDWJ](https://www.edn.ru/entry/10.18500/1819-7663-2011-3-14-23)

Korobov A.D., Korobova L.A., Zagranovskaya D.E. K probleme vydeleniya kontura produktivnosti bazhenovskoy svity na osnove epigeneticheskogo minerogeneza [On the problem of isolating the productivity contour of the Bazhenov Formation based on epigenetic mineralogenesis]. *Geologiya, razvedka i razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy*, 2018, no. 8, pp. 21-29. (In Russ.). DOI: [10.30713/2413-5011-2018-8-21-29](https://doi.org/10.30713/2413-5011-2018-8-21-29)

Matusevich V.M., Ryl'kov A.V., Ushatinskiy I.N. *Geoflyuidnye sistemy i problemy neftegazonosnosti Zapadno-Sibirskogo megabasseyna* [Geofluid systems and problems of petroleum potential of the West Siberian megabasin]. Tyumen: Tyumen State University, 2005, 225 p. (In Russ.).

*Patent RF na izobretenie RU 2596181 S1. Sposob poiska zalezhey uglevodorodov v netraditsionnykh kollektorakh bazhenovskoy svity* [Patent RF for invention RU 2596181 C1. A method for searching for hydrocarbon accumulations in unconventional reservoirs of the Bazhenov Formation]. A.A. Vashkevich, K.V. Strizhnev, D.E. Zagranovskaya, V.V. Zhukov. Zayavl. 25.05.2015. Opubl. 09.08.2016. Patentobladatel' OOO «Gazpromneft' NTTs». (In Russ.).

*Patent RF na izobretenie RU 2650852 C1. Sposob poiska lokal'nykh zalezhey uglevodorodov v vysokouglerodistykh otlozheniyakh bazhenovskoy svity* [Patent RF for invention RU 2650852 C1. A method for searching for local hydrocarbon accumulations of the Bazhenov high-carbon Formation]. A.D. Korobov, D.E. Zagranovskaya, L.A. Korobova, A.A. Vashkevich, K.V. Strizhnev, O.A. Zakharova, V.V. Zhukov. Zayavl. 20.06.2017. Opubl. 17.04.2018. Patentobladatel' OOO "Gazpromneft NTTs". (In Russ.). EDN: [WMKUDU](https://www.edn.ru/entry/10.18500/1819-7663-2018-4-174-2018)

Strizhnev K.V., Zagranovskaya D.E., Zhukov V.V. *Vydelenie perspektivnykh neftegazonosnykh ploshchadey dlya netraditsionnykh kollektorov bazhenovskoy svity* [Selection of promising oil and gas bearing area levels for unconventional reservoirs Bazhenov Formation]. *Nedropol'zovanie XXI vek*, 2015, no. 1, pp.120-129. (In Russ.). EDN: [TONSOV](https://www.edn.ru/entry/10.18500/1819-7663-2015-1-120-129)

Zubkov M.Yu. *Kollektory v bazhenov-abalakskom komplekse Zapadnoy Sibiri i sposoby ikh prognoza* [Reservoirs in the Bazhenov-Abalak strata of Western Siberia and the methods of their forecast]. *Geologiya nefti i gaza*, 2014, no. 5, pp. 58-72. (In Russ.). EDN: [SXTHAH](https://www.edn.ru/entry/10.18500/1819-7663-2014-5-58-72)