

УДК 552.578

Статья / Article

© ПНИПУ / PNRPU, 2016

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НАДУГОЛЬНОЙ ПАЧКИ ВЕРХНЕВАСЮГАНСКОЙ ПОДСВИТЫ В ПРЕДЕЛАХ КАЗАНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К.В. Габова

ОАО «ТомскНИПИнефть» (634027, Россия, г. Томск, пр. Мира, 72)

LITHOLOGICAL FEATURES OF COAL-OVERLYING ACCUMULATIONS OF UPPER VASIUGAN FORMATION OF KAZAN OIL-GAS-CONDENSATE FIELD

K.V. Gabova

TomskNIPIneft OJSC (72 Mira av., Tomsk, 634027, Russian Federation)

Получена / Received: 09.03.2016. Принята / Accepted: 25.04.2016. Опубликовано / Published: 30.06.2016

Ключевые слова:

Казанское нефтегазоконденсатное месторождение, надугольная пачка, верхневасюганская подсвита, коллекторы, вещественный состав, цемент, вторичные преобразования, диагенез, катагенез.

Key words:

Kazan oil-gas-condensate field, coal-overlying set, Upper Vasiugan formation, reservoirs, matter composition, cement, secondary transformation, diagenesis, katagenesis.

Изучение вторичных изменений продуктивных отложений должно являться неотъемлемой составляющей современного литологического исследования, так как оно позволяет понять многие особенности стадийности процессов формирования залежи и преобразования осадочных горных пород. Это имеет существенное значение при прогнозировании зон с улучшенными коллекторскими свойствами. Автором проведены детальные литологические исследования продуктивных отложений надугольной пачки верхневасюганской подсвиты нефтегазоконденсатного Казанского месторождения с целью выявления особенностей пород-коллекторов и влияния этих особенностей на фильтрационно-емкостные свойства. В регионально-тектоническом отношении месторождение находится в центральной части Казанского куполовидного поднятия, приурочено к одноименному локальному поднятию, расположенному в восточной части Нюрольской впадины. Объектом исследования были выбраны отложения надугольной пачки верхневасюганской подсвиты, разрез которой включает в себя продуктивные песчаные пласты J_1^1 и J_2^2 .

В работе приводятся результаты исследования вещественного состава породообразующей части и цементирующего материала продуктивных пластов J_1^1 и J_2^2 Казанского нефтегазоконденсатного месторождения (Томская область). Как показали исследования, характер фильтрационно-емкостных свойств алевропесчаных пород во многом определяется не только условиями осадконакопления, но и характером постседиментационных изменений. При изучении петрографических шлифов были отмечены минеральные индикаторы как диагенетической, так и катагенетической стадий литогенеза. Для выяснения причины неравномерности распределения пористости и проницаемости по разрезу были выявлены зависимости этих свойств как от первичных (седиментационных), так и от вторичных (постседиментационных) факторов. Для решения данной задачи были рассчитаны парные коэффициенты корреляции и построены диаграммы. В результате проведенных исследований были выявлены параметры, улучшающие и ухудшающие коллекторские свойства песчаников Казанского месторождения.

The study of secondary transformations of accumulation has to be an integral component of modern lithological study because it allows understanding all the features of stages of processes that form accumulation and transform sedimentary rocks. This is essential in prediction of areas with better reservoir properties. In order to find features of reservoir rocks and its influence on reservoir properties the author conducted a detailed lithological study of accumulation of coal-overlying set of Upper Vasiugan formation of Kazan field. In terms of regional tectonics the field is located in central part of Kazan dome dedicated to local upheaval that is located on the east part of Niuro depression. As an object to study it was decided to choose deposits of coal-overlying set of Upper Vasiugan formation which cross-section includes sand layers J_1^1 and J_2^2 .

This paper presents results of the study of composition of rock-forming and cementing matter of productive layers J_1^1 and J_2^2 of Kazan oil-gas-condensate field (Tomsk region). Studies showed that nature of reservoir properties of silty-sand rocks are mainly determined not only by sedimentation conditions, but nature of post-sedimentary changes as well. During the study of rock thin sections diagenetic and katagenetic indicators of lithogenesis are found. In order to determine causes of irregular porosity and permeability distribution along a thin section dependency of these properties on both primary (sedimentation) and secondary (post-sedimentation) factors were found. To find the answer for this challenge the author determined pair correlation coefficients and built diagrams. As a result of the study parameters that improve and deteriorate reservoir properties of sandstones of Kazan deposits were identified.

Габова Ксения Валерьевна – младший научный сотрудник (моб. тел.: +007 3822 61 19 65, e-mail: GabovaKV@nipineft.tomsk.ru).

Ksenia V. Gabova – Junior Researcher (mob. tel.: +007 3822 61 19 65, e-mail: GabovaKV@nipineft.tomsk.ru).

Введение

Изучение вторичных изменений продуктивных отложений должно являться неотъемлемой составляющей современного литологического исследования, так как оно позволяет понять многие особенности стадийности процессов формирования залежи и преобразования осадочных горных пород, что имеет существенное значение при прогнозировании зон с улучшенными коллекторскими свойствами. Проблемы преобразования осадочных пород рассматривались многими учеными, достаточно вспомнить труды Н.М. Страхова, О.В. Япаскурта, Р.С. Сахибгареева и др. В изучение вторичных изменений мезозойских терригенных пород Западной Сибири большой вклад внесли З.Я. Сердюк, Е.А. Предтеченская, Н.М. Недоливко. Стадиальные преобразования оказывают влияние в первую очередь на свойства минеральных компонентов породы, а через них на фильтрационно-емкостные свойства самих коллекторов.

Автором проведены детальные литологические исследования продуктивных отложений надугольной пачки верхневасюганской подсвиты нефтегазоконденсатного Казанского месторождения с целью выявления особенностей пород-коллекторов и влияния этих особенностей на фильтрационно-емкостные свойства. В задачи исследования входило определение вещественного состава как обломочной части, так и цементирующего материала песчаных пород в шлифах, их гранулометрического состава и анализ распределения полученных данных по разрезам скважин.

Казанское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Парабельском районе Томской области. В регионально-тектоническом отношении месторождение находится в центральной части Казанского куполовидного поднятия, приурочено к одноименному локальному поднятию, расположенному в восточной части Нюрольской впадины. В геологическом строении месторождения принимают участие породы палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов. Вещественный состав пород доюрского фундамента разнообразен: зеленокаменные измененные плагиоклазовые порфириды,

доломитизированные известняки и метаморфизованные песчаники. Разрез осадочного чехла начинается с пород юрского возраста, представленных тюменской, васюганской, георгиевской и баженовской свитами [1]. Объектом исследования были выбраны отложения надугольной пачки верхневасюганской подсвиты, разрез которой включает в себя продуктивные песчаные пласты Ю₁¹ и Ю₁².

Петрографический анализ песчаных пород надугольной пачки Казанского месторождения

Детальный петрографический анализ песчаных пород в шлифах был выполнен на поляризационном микроскопе Olympus BX51 с применением традиционных методик [2–14]. При описании шлифов изучались вещественный состав и пустотное пространство. В вещественный состав входит обломочная часть, включающая породообразующие и акцессорные минералы, аутигенные минералы и цемент, органическое вещество и другие органические остатки. Содержания этих компонентов далее по тексту указаны в процентах от общей площади шлифа.

Отложения пласта Ю₁¹ изучены в 26 шлифах из 8 скважин Казанского нефтегазоконденсатного месторождения (табл. 1). По гранулометрическому составу они представлены песчаниками от мелкозернистых до мелко-среднезернистых, реже крупно-среднезернистыми. Сортировка в большинстве случаев хорошая и очень хорошая, реже встречается средняя. Обломки от угловатых до полуокатанных. Микротекстура пород преимущественно однородная.

По минеральному составу песчаники пласта Ю₁¹ относятся к мезомиктовым кварцевым, реже к полевошпатовкварцевым по классификации В.Д. Шутова (рис. 1). Содержание породообразующих минералов составляет 61–84 % от общего объема породы. Кварц встречается в виде обломков разнообразной формы, которые редко корродированы в слабой и средней степени, регенерация выражена в виде четких прерывистых каёмок и частичного восстановления кристаллографических граней (рис. 2) и проявлена в степени от слабой до сильной.

Таблица 1

Основные литологические характеристики песчаников пластов Ю₁¹ и Ю₁²

Свойство песчаников		Среднеарифметическое значение по пласту	
		Ю ₁ ¹	Ю ₁ ²
Средневзвешенный диаметр, мм		0,29 (0,17–0,42)	0,18 (0,10–0,27)
Сортированность		1,37	1,88
Состав, %	кварц	67 (60–75)	44 (19–69)
	полевые шпаты	18 (13–24)	24 (12–36)
	обломки пород (включая слюду)	15 (7–24)	29 (15–43)
Размер пор, мм		0,25 (0,01–0,50), единично 0,7–1,0	0,13 (0,02–0,25), единично до 0,35
Цемент, %	кальцитовый	1,45 (0,8–2,1)	1,10 (0,4–1,8)
	каолининовый	9,80 (2,4–17,2)	4,95 (0,3–9,6)
	гидрослюдистый	3 (0,6–5,4)	7,0 (1,0–13,0)
	сидеритовый	1,3 (0,5–2,1)	1,95 (0,1–3,8)
	хлоритовый	0,85 (0,5–1,2)	0,90 (0,3–1,5)
Тип цемента		Поровый, пленочно-поровый	Поровый, пленочно-поровый
Органическое вещество		1 (0,5–1,5)	1,05 (0,1–2,0)
Микротекстура		Однородная	Ориентированная, однородная
Пористость (по шлифам), %		15,6 (8,3–22,9)	11,05 (5,3–17,0)
Открытая пористость по газу ($K_{по}$, %)		20,2 (17,2–23,2)	16,45 (13,0–19,9)
Абсолютная проницаемость по газу ($K_{пр}$, 10^{-3} мкм ²)		136,7 (4,4–513,4)	22,4 (0,2–147,1)

Примечание. В скобках указаны максимальные и минимальные значения.

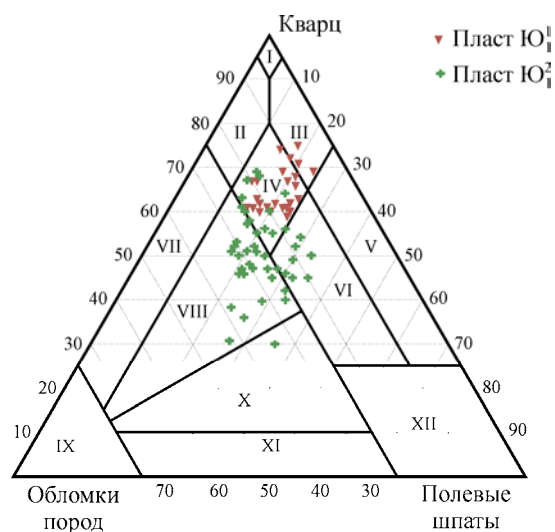


Рис. 1. Классификационная диаграмма В.Д. Шутова с фигуративными точками составов песчаников для пластов Ю₁¹ и Ю₁²: I – песчаники мономиктовые кварцевые; II – песчаники кремнекласитокварцевые; III – полевошпатовкварцевые песчаники; IV – мезомиктовые кварцевые песчаники; V – собственно аркозовые песчаники; VI – граувакковые аркозы; VII – граувакки кварцевые; VIII – полевошпатовкварцевые граувакки; IX – собственно граувакки; X – граувакки кварц-полевошпатовые; XI – полевошпатовые; XII – песчаники нетерригенного происхождения. Арабскими цифрами обозначены номера полей на диаграмме

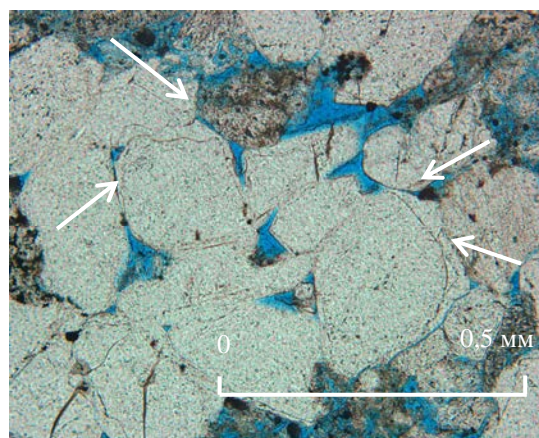


Рис. 2. Регенерационные каёмки на кварцевых зернах (показаны стрелками). Скв. 113 Казанского месторождения, пласт Ю₁¹, глубина по ГИС 2572,96 м. Николи параллельны

Полевые шпаты представлены калиевыми полевыми шпатами (КПШ) и плагиоклазами (среднего и кислого состава), которые в основном слабопелитизированы, в единичных зернах более интенсивно, серицитизированы и растворены в степени от слабой до сильной. Среди обломков отмечены кремнистые, слюдистые, кремнисто-слюдистые породы, эффузивы различного состава, гранитоиды, глини-

стые и слюдисто-глинистые породы, мирмециты, микропегматиты, пертиты, единичные зерна хлоритов.

Содержание слюд (биотита и мусковита) составляет 0,1–1,6 %. Породы уплотнены в степени от слабой до средней. Среди межзерновых контактов чаще всего преобладают изолированные и точечные, реже линейные, конформные и инкорпорационные находятся в подчиненном значении (рис. 3).

Из *акцессорных* минералов в породах встречаются эпидот, циркон, сфен, роговая обманка, апатит, клиноцоизит. *Аутигенные* минералы представлены пиритом (от единичных зерен до 1,5 %), лейкоксеном – в виде редких

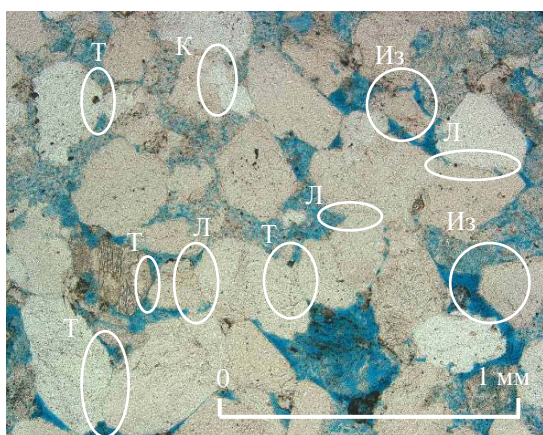


Рис. 3. Различные типы межзерновых контактов в мелкозернистом песчанике: Т – точечные, Л – линейные, К – конформные, Из – изолированные. Скв. 663 Казанского месторождения, пласт Ю₁¹, глубина по ГИС 2633,50 м. Николи параллельны

пленок и до 0,3 %, единичными хорошо окатанными зернами глауконита (до 0,8 %). Пирит встречается в виде глобулей и их сростков, тонкозернистых скоплений, а также в виде мелкой сыпи, кристаллических агрегатов кубической формы, иногда в ассоциации с органическим веществом.

Цемент в породах распределен неравномерно, по составу глинистый и карбонатный. Поровый глинистый цемент представлен каолинитом, пленочно-поровый – гидрослюдой (рис. 4) и хлоритом, что подтверждает рентгенофазовый анализ глинистой фракции (табл. 2). Кальцитовый цемент порового типа встречается редко (пойкилитовый, базальный).

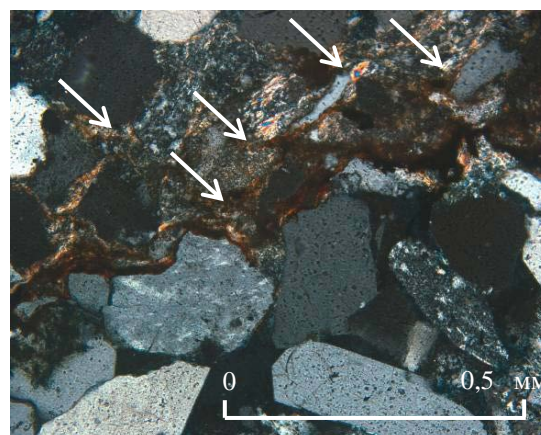


Рис. 4. Пленочно-поровый гидрослюдистый цемент (показан стрелками) в ассоциации с органическим веществом. Скв. 122 Казанского месторождения, пласт Ю₁², глубина по ГИС 2511,77 м. Николи скрещены

Таблица 2

Вещественный состав глинистой составляющей отложений пластов Ю₁¹ и Ю₁² по результатам рентгенофазового анализа

№ образца	Пласт	Глубина, м	Глинистые минералы, %			Σ%
			каолинит	хлорит	гидрослюда	
1	Ю ₁ ¹	2562,59	79	9	12	100
2		2564,66	77	10	13	100
3		2566,81	80	9	11	100
Среднее			79	9	12	
1	Ю ₁ ²	2578,32	52	12	36	100
2		2583,09	64	10	26	100
3		2584,82	61	10	29	100
4		2586,62	55	12	33	100
Среднее			58	11	31	

Отмечаются коррозия и частичное замещение обломочных зерен кальцитом. Сидерит пелитоморфный и тонкозернистый, распределен в песчанике неравномерно.

Присутствует чаще всего в виде обособлений (сгустков) удлинённой и сложной формы, размер превышает размер обломочных зерен, участками занимает межзерновое пространство.

Органическое вещество представлено буровато-красными полупрозрачными и темно-бурыми прожилками; бесформенными, удлиненными включениями, неоднородными скоплениями причудливой формы, иногда в ассоциации с пиритом.

Кроме того, в шлифах присутствует бурое и буровато-желтое нефтяное вещество, которое пропитывает глинистый цемент, слюды или слюдо- и глиноподобные агрегаты и частично обломки, образует пленки и примазки в порах. Редко встречается растительный детрит – включения размером до 0,25 мм удлинённой и изометричной формы с сетчатой структурой, буровато-черного цвета в ассоциации с пиритом.

Пористость, определенная по шлифам, составляет 8,3–22,9 %. Межзерновые сообщающиеся, полуизолированные и изолированные поры изометричной, треугольной, угловатой, щелевидной, заливообразной и сложной формы размером 0,01–0,50 мм, в редких случаях до 0,7–1,0 мм. Отмечаются многочисленные межагрегатные микропоры в каолиновом цементе (рис. 5), внутризерновые поры растворения полевых шпатов и обломков пород. Пустотное пространство нередко распределено неравномерно.

Встречаются кальцитизированные обломки раковин двустворок размером до 0,42 мм в поперечнике и более 1 мм по удлинению.

Песчаные отложения пласта Ю₁² изучены в 49 шлифах 11 скважин (см. табл. 1). Структура пород в основном мелкозернистая, редко встречается средне-мелкозернистая, единично разнозернистая. Сортировка зерен хорошая, реже средняя, в единичных случаях – плохая и очень хорошая. По составу песчаники пласта Ю₁² относятся к полевошпато кварцевым грауваккам по классификации В.Д. Шутова,

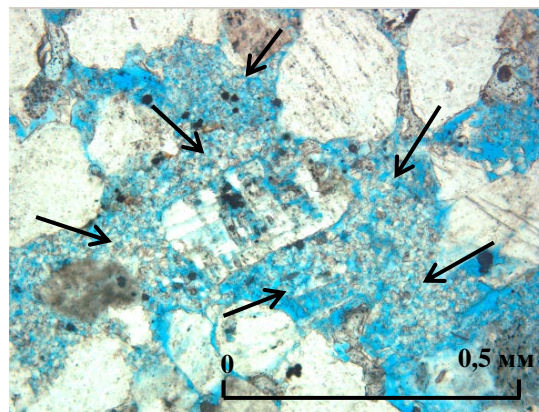


Рис. 5. Микропоры в каолиновом цементе (показаны стрелками). Скв. 113 Казанского месторождения, пласт Ю₁¹, глубина по ГИС 2576,25 м. Николи параллельны

реже к мезомиктовым кварцевым и граувакковым аркозовым песчаникам (см. рис. 1). Микротекстуры пород преимущественно микрослойчатые, ориентированные, реже однородные. Микрослойчатые и ориентированные текстуры обусловлены субпараллельной ориентировкой удлиненных зерен, чешуек слюды, обособлениями тонкозернистого и пелитоморфного сидерита, который часто концентрируется в слабовыраженных слойках, иногда прожилками органического вещества и слойками растительного детрита.

Количество породообразующих минералов составляет 72,0–91,0 % от площади шлифа. Зерна кварца имеют волнистое и прямое погасание, регенерация проявлена в степени от слабой до средней: в виде частичного восстановления кристаллографических граней и чётких прерывистых каёмочек. Полевые шпаты представлены плагиоклазами (преобладают средние и кислые) и КПШ. Для них характерны следующие вторичные преобразования: серицитизация, пелитизация и растворение, проявленные в слабой и средней степени. Единично встречается регенерация полевых шпатов. Среди обломков отмечены слюдистые и кремнисто-слюдистые (нередко с нечеткими ограничениями) породы, кремнистые, эффузивы, глинистые, мирмециты, единичные микропегматиты и зерна хлоритов. Мусковит присутствует в количестве 0,1–1,2 %, биотит – 0,2–0,6 %. Породы уплотнены в степени от сред-

ней до сильной. Среди межзерновых контактов чаще встречаются изолированные, точечные и линейные, чуть реже конформные, инкорпорационные – в единичных случаях. Из аксессуарных минералов отмечены сфен, циркон, клиноцоизит, апатит, ильменит, турмалин, магнетит, хромит, ильменит, а также титанистые минералы. Из аутигенных минералов присутствуют пирит в количестве до 5,2 % в виде кристаллических агрегатов, часто кубической формы, плотных бесформенных и удлиненных включений, рассеянных глобулей и их небольших сростков, а также в виде сыпи, часто развит по включениям растительного детрита. Глаукоцит отмечается редко в виде единичных полуокатанных зерен. Лейкоцит образует редкие пленки вокруг зерен и встречается в количестве до 0,3 %.

Цемент в породах полиминеральный, распределен неравномерно. Главными составляющими цемента являются вторичные минералы, которые представлены в основном каолинитом (поровый тип распределения) и гидрослюдой (пленочно-поровый тип распределения) (см. табл. 2), реже кальцитом, сидеритом и хлоритом. Сидерит тонкозернистый, пелитоморфный, часто развит по обломкам, в цементе, кроме того, присутствуют обособления размером до 0,4 мм в длину.

Органическое вещество встречается в виде красновато-бурых и темно-бурых прожилков причудливой формы и неоднородных скоплений, просвечивает по краям, участками пиритизированное, частично пропитывает и пигментирует гидрослюдистый цемент и обломки, образует пленки и примазки в порах. Редко встречается растительный детрит – крупные (до размера 2,5×3,0 мм) включения удлиненной и изометричной формы с ячеистой структурой, в слоях толщиной до 2–3 мм, черного, красно-черного, желтоватого цвета, в ассоциации с пиритом и гидрослюдой в количестве до 10 %.

Пористость образована межзерновыми сообщающимися порами щелевидной, угловатой и сложной формы, изолированными и полуизолированными, размером до 0,02–0,25 мм, редко до 0,35 мм. Отмечаются микропоры в глинистом цементе, внутризерновые поры растворения

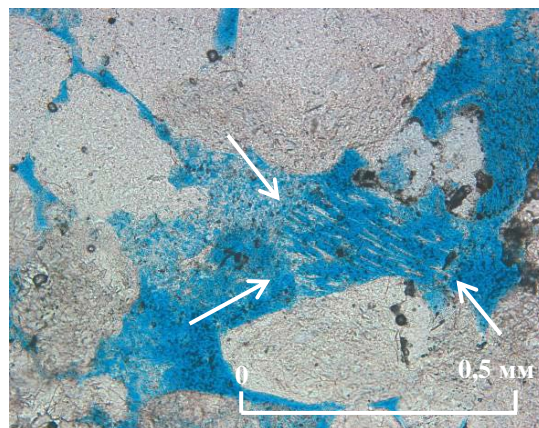


Рис. 6. Поры растворения полевых шпатов (показаны стрелками). Скв. 663 Казанского месторождения, пласт Ю₁¹, глубина по ГИС 2633,49 м. Николи параллельны

полевых шпатов (рис. 6) и обломков. Пустотное пространство часто распределено неравномерно.

Участками отмечается несколько зубчато-бугорчатых стилолитовых образований с небольшой амплитудой, выполненных глинистым материалом и органическим веществом, единично в ассоциации с растительным детритом.

Влияние седиментационных и постседиментационных преобразований на коллекторские свойства пород

В пределах изучаемого разреза по данным, предоставленным лабораторией физики пласта ОАО «ТомскНИПИнефть», пористость по газу в образцах ($K_{по}$) относительно стабильна и варьируется в незначительных пределах в отличие от проницаемости ($K_{пр}$), значения которой изменяются в широких пределах. Песчаники пластов Ю₁¹ и Ю₁² являются коллекторами порового типа средней и пониженной емкости, III и IV класса соответственно (по классификации А.А. Ханина) [15].

Для выяснения причины неравномерности распределения пористости и проницаемости пород по разрезу необходимо выявить зависимости этих свойств от *первичных и вторичных факторов* [16–22]. Как показали исследования, характер фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) алевро-песчаных пород во многом определяется не только условиями осадконакопления, но и характером постседиментационных изменений.

К **первичным** факторам могут быть отнесены зернистость (медианный диаметр), сортированность, а также зрелость пород. Автором установлена положительная корреляционная связь между медианным диаметром зёрен с пористостью ($K_{\text{корр}} = 0,56$, рис. 7, а) и с десятичным логарифмом проницаемости ($K_{\text{корр}} = 0,81$). Критическое значение $K_{\text{корр}} = 0,211$ (при $p < 0,05$). На изучаемом месторождении плохо отсортированные песчаники (в отличие от хорошо отсортированных) характеризуются меньшей пористостью и проницаемостью.

Автором отмечена прямая зависимость пористости от содержания обломочного кварца, выраженная в увеличении пористости с его возрастанием ($K_{\text{корр}} = 0,51$, рис. 8, б), за счет того, что данный минерал образует своеобразный «каркас». Из этого следует, что в более зрелых песчаниках пористость выше, и это положительно влияет на коллекторские свойства.

С увеличением количества полевых шпатов и обломков пород ($K_{\text{корр}} = -0,63$) пористость незначительно понижается, что характерно в основном для песчаников пласта Ю₁².

Под **вторичными** преобразованиями песчаных пород подразумеваются диагенетические и катагенетические процессы, контролируемые окислительно-восстановительными и кислотно-щелочными условиями. При изучении петрографических шлифов были отмечены минеральные индикаторы как диагенетической, так и катагенетической стадий литогенеза.

Для стадии **диагенеза** характерны изменения минерального состава, которые происходят главным образом из-за разложения органического вещества и появления восстановительной среды [8]. С окислительным этапом диагенетической стадии связано появление в исследуемых отложениях глауконита, а с восстановительным – сыпи пирита, скоплений пелитоморфного сидерита и пленок лейкоксена.

Образования раннего катагенеза во многом унаследованы от диагенетических, но они продолжают их на качественно новой основе [20]. На этапе раннего катагенеза происходят коррозия и растворение неустойчивых минералов: возрастает количество пор растворения полевых шпатов (см. рис. 6) и обломков пород, что в целом положительно сказывается на коллекторских

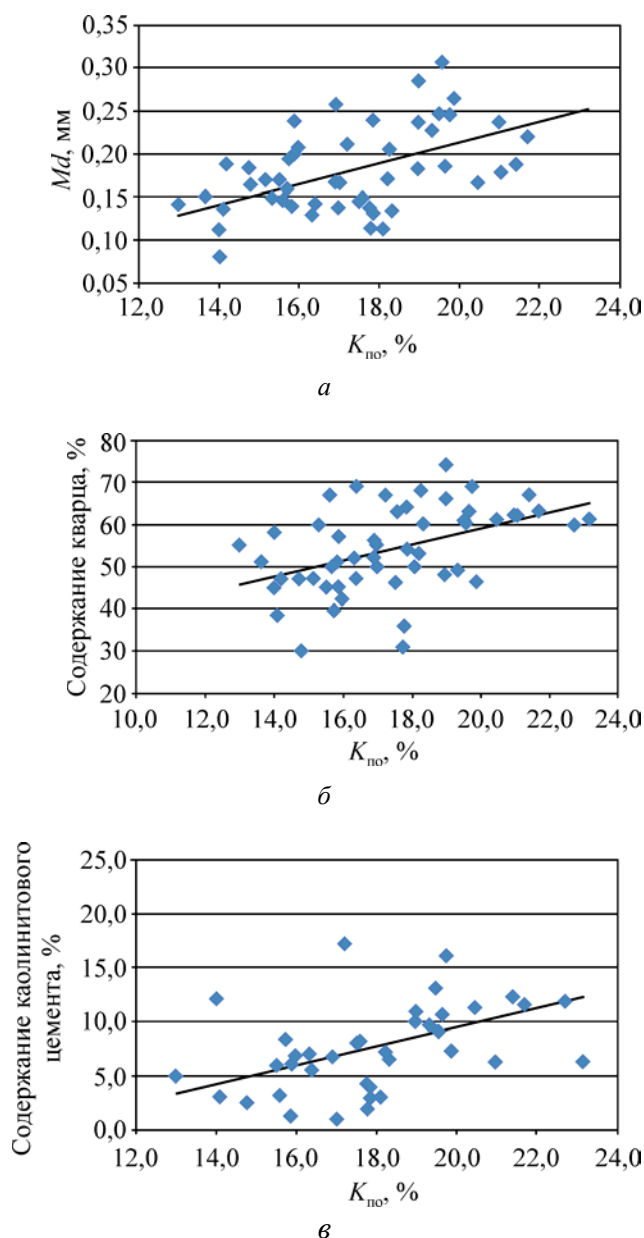


Рис. 7. График зависимости пористости ($K_{\text{по}}$) от:
 а – медианного диаметра Md зерен, $K_{\text{корр}} = 0,56$;
 б – содержания обломочного кварца, $K_{\text{корр}} = 0,51$;
 в – содержания каолинитового цемента, $K_{\text{корр}} = 0,48$

свойствах пород. Обломки полевого шпата и слюд подвергаются процессу слабой гидрослюдизации и, как следствие, превращаются в гидрослюду, что отрицательно влияет на фильтрационно-емкостные свойства. Для песчаников изучаемых пластов этап глубинного катагенеза характеризуется широким развитием регенерационных каемок кварца (см. рис. 2), а также появлением структур растворения и внедрения под давлением: конформных и инкорпорационных структур, которые образуются в результате

вдавливания одних обломочных зерен в другие под действием давления (см. рис. 3). Характерной чертой стадии катагенеза является образование большого количества порового микрокристаллического каолинита, который, образуя микропоры, положительно влияет на коллекторские свойства песчаников (см. рис. 5, 7, в).

Заключение

Приводятся результаты исследования вещественного состава породообразующей части и цементирующего материала продуктивных пластов Ю₁¹ и Ю₁² Казанского нефтегазоконденсатного месторождения (Томская область). Установлена зависимость коллекторских свойств пород как от первичных (седиментационных), так и вторичных (постседиментационных) факторов.

Сравнительный анализ литологических особенностей пластов Ю₁¹ и Ю₁² показывает, что они заметно отличаются друг от друга, прежде всего, минералогическим составом – отложения пласта Ю₁¹ являются существенно более «зрелыми», что положительно влияет на коллекторские свойства. В то же время однообразный состав

обломков пород в исследуемых пластах указывает на постоянный источник сноса в процессе седиментации. Кроме изменения в составе, замедление седиментации привело к некоторому увеличению зернистости песчаников пласта Ю₁¹, улучшению их сортированности, изменению состава и типа цементов, что способствовало преобразованию структуры порового пространства. Это, в свою очередь, и стало основной причиной улучшения пористости и проницаемости пород пласта Ю₁¹.

Другой причиной улучшения фильтрационно-емкостных свойств являются вторичные изменения, которые наблюдаются в виде повышения доли каолинита в цементе, перекристаллизации каолинита, частичного растворения полевых шпатов и, как следствие, повышения числа межзерновых сообщающихся пор. Ухудшение коллекторских свойств связано с повышенным количеством сидерита и гидрослюдистого цемента в межзерновом пространстве. Следует отметить, что данные выводы сделаны на основании качественной оценки шлифового материала.

Список литературы

1. Запивалов Н.П., Минько В. А. Геологическое строение Казанского газоконденсатного месторождения // Нефть и газ Тюмени: тр. ЗапСибНИГНИ. – Тюмень, 1970. – Вып. 6. – С. 39–43.
2. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород с основами методики исследования. – М.: Высшая школа, 1984. – 414 с.
3. Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. Методы определения осадочных пород. – Л.: Недра, 1986. – 240 с.
4. Шванов В.Н. Песчаные породы и методы их изучения (распределение, структуры, текстуры). – Л.: Недра, 1969. – 270 с.
5. Шванов В.Н. Петрография песчаных пород (компонентный состав, систематика и описание минеральных видов). – Л.: Недра, 1987. – 269 с.
6. Фролов В.Т. Литология: в 2 кн. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – Кн. 1. – 336 с.
7. Фролов В.Т. Литология: в 2 кн. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – Кн. 2. – 430 с.
8. Рухин Л.Б. Основы литологии. – Л.: Недра, 1956. – 703 с.
9. Шутов В.Г. Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые. – 1967. – № 5. – С. 86–103.
10. Гриффитс Дж. Научные методы исследования осадочных пород: пер. с англ. – М.: Мир, 1971. – 422 с.
11. Петтиджон Ф.Дж. Осадочные породы / пер. с англ. под ред. И.М. Симановича, П.П. Тимофеева. – М.: Недра, 1981. – 752 с.
12. Harms J.C., Southard J.B., Walker R.G. Structures and sequences in clastic rocks: society of economic paleontologists and mineralogists short course. – Tulsa, Oklahoma, 1982. – № 9. – 394 p.
13. Pettijohn P.J., Potter P.E. Atlas and glossary of primary sedimentary structures. – New York: Springer, 1964. – 370 p.
14. Pirson S.J., Pirson S.J. SP and EH curves as redoxomorphic logs. Geologic well log Analysis. – Houston, Texas: Gulf., 1970. – P. 1–35.
15. Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М.: Недра, 1969. – 368 с.

16. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 2. – 274 с.

17. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных месторождений. – Л.: Недра, 1989. – 260 с.

18. Сахибгареев Р.С. Основные типы вторичных изменений коллекторов, происходящих в процессе формирования и разрушения залежей углеводородов, и их значение для оптимизации геологоразведочных работ // Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения залежей углеводородов и их значение для оптимизации геологоразведочных работ. – Л.: Изд-во ВНИГРИ, 1990. – С. 7–30.

19. Черников О.А. Преобразование песчано-алевритовых пород и их пористость. – М.: Наука, 1969. – 120 с.

20. Япаскурт О.В. Стадиальный анализ литогенеза: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 142 с.

21. Япаскурт О.В. Стадиальный анализ осадочного процесса // Литология и полезные ископаемые. – 2008. – № 4. – С. 364–376.

22. Япаскурт О.В. Генетическая минералогия и стадиальный анализ процессов осадочного породо- и рудообразования: учеб. пособие. – М.: ЭСЛАН, 2008. – 356 с.

References

1. Zapivalov N.P., Minko V.A. Geologicheskoe stroenie Kazanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniia [Geological structure of Kazan gas-condensate field]. *Neft i gaz Tiumeni: trudy ZapSibNIGM*. Tiumen, 1970, vol.6, pp.39-43.

2. Logvinenko N.V. Petrografiia osadochnykh porod s osnovami metodiki issledovaniia [Petrography of sedimentary rocks and basics of study methodology]. Moscow: Vysshiaia shkola, 1984. 414 p.

3. Logvinenko N.V., Sergeeva E.I. Metody opredeleniia osadochnykh porod [Methods for determination of sedimentary rocks]. Leningrad: Nedra, 1986. 240 p.

4. Shvanov V.N. Peschanye porody i metody ikh izucheniia (raspredelenie, struktury, tekstury) [Sand rocks and study methods (distribution, structure, texture)]. Leningrad: Nedra, 1969. 270 p.

5. Shvanov V.N. Petrografiia peschanykh porod (komponentnyi sostav, sistematika i opisaniie mineralnykh vidov) [Petrography of sand rocks (composition, systematization and description of mineral types)]. Leningrad: Nedra, 1987. 269 p.

6. Frolov V.T. Litologiiia [Lithology]: v 2 knigakh. Moscow: Izdatelstvo MGU, 1992, kniga 1. 336 p.

7. Frolov V.T. Litologiiia [Lithology]: v 2 knigakh. Moscow: Izdatelstvo MGU, 1992, kniga 2. 430 p.

8. Rukhin L.B. Osnovy litologii [Lithology basics]. Leningrad: Nedra, 1956. 703 p.

9. Shutov V.G. Klassifikatsiia peschanikov [Sandstones classification]. *Litologiiia i poleznye iskopaemye*, 1967, no.5, pp.86-103.

10. Griffiths Dzh. Nauchnye metody issledovaniia osadochnykh porod [Scientific methods of sedimentary rocks study]: perevod s angliiskogo. Moscow: Mir, 1971. 422 p.

11. Pettidzhon F.Dzh. Osadochnnye porody [Sedimentary rocks]: perevod s angliiskogo pod redaktsiei I.M. Simanovicha, P.P. Timofeeva. Moscow: Nedra, 1981. 752 p.

12. Harms J.C., Southard J.B., Walker R.G. Structures and sequences in clastic rocks: society of economic paleontologists and mineralogists short course. Tulsa, Oklahoma, 1982, no.9, 394 p.

13. Pettijohn P.J., Potter P.E. Atlas and glossary of primary sedimentary structures. New York: Springer, 1964. 370 p.

14. Pirson S.J., Pirson S.J. SP and EH curves as redoxomorphic logs. *Geologic well log Analysis*. Houston, Texas: Gulf., 1970. Pp.1-35.

15. Khanin A.A. Porody-kollektory nefti i gaza i ikh izuchenie [Study of reservoirs of oil and gas and]. Moscow: Nedra, 1969. 368 p.

16. Strakhov N.M. Osnovy teorii litogeneza [Basics of lithogenesis theory]. Moscow: Izdatel'stvo AN SSSR, 1960, vol.2, 274 p.

17. Sakhigareev R.S. Vtorichnye izmeneniia kollektorov v protsesse formirovaniia i razrusheniia neftianykh mestorozhdenii [Secondary changes of collectors in the process of formation and destruction of oil reservoirs].

ary transformations of reservoirs in process of formation and destruction of oil fields]. Leningrad: Nedra, 1989. 260 p.

18. Sakhibgareev R.S. Osnovnye tipy vtorichnykh izmenenii kollektorov, proiskhodivshchikh v protsesse formirovaniia i razrusheniia zalezhei uglevodorodov, i ikh znachenie dlia optimizatsii geologorazvedochnykh rabot [The main types of secondary transformations of reservoirs during formation and destruction of hydrocarbon accumulation and their significance to optimize exploration work]. *Vtorichnye izmeneniia kollektorov v protsesse formirovaniia i razrusheniia zalezhei uglevodorodov i ikh znachenie dlia optimizatsii geologorazvedochnykh rabot*. Leningrad: Izdatelstvo VNIGRI, 1990. Pp.7-30.

19. Chernikov O.A. Preobrazovanie peschano-alevritovykh porod i ikh poristost [Transformation of sand and silt rocks and its porosity]. Moscow: Nauka, 1969. 120 p.

20. Iapaskurt O.V. Stadialniy analiz litogeneza [Stage analysis of lithogenesis]: uchebnoe posobie. Moscow: Izdatelstvo MGU, 1994. 142 p.

21. Iapaskurt O.V. Stadialniy analiz osadochnogo protsessa [Stage analysis of sedimentation]. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 2008, no.4, pp.364-376.

22. Iapaskurt O.V. Geneticheskaia mineralogiia i stadialniy analiz protsessov osadochnogo porodo- i rudoobrazovaniia [Genetic mineralogy and stage analysis of processes of sedimentary formation of rocks and ores]: uchebnoe posobie. Moscow: ESLAN, 2008. 356 p.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Габова К.В. Литологические особенности продуктивных отложений надугольной пачки верхневасюганской подсвиты в пределах Казанского нефтегазоконденсатного месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т.15, №19. – С.122–131. DOI: 10.15593/2224-9923/2016.19.3

Please cite this article in English as:

Gabova K.V. Lithological features of coal-overlying accumulations of Upper Vasiugan formation of Kazan oil-gas-condensate field. *Bulletin of PNRPU. Geology. Oil & Gas Engineering & Mining*, 2016, vol.15, no.19, pp.122–131. DOI: 10.15593/2224-9923/2016.19.3