

# Изучение оолитовых карбонатов раннеказанского возраста Восточного борта Мелекесской впадины

Р.А. Мударисова<sup>1</sup>, Ю.В. Волков<sup>1,2</sup>, Б.В. Успенский<sup>1</sup>, О.Ю. Андрушкевич<sup>1</sup>, А.Г. Баранова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ИГИНГТ К(П)ФУ, <sup>2</sup>ИПЭН АН РТ

rayshania@mail.ru

## Аннотация

Все увеличивающиеся объемы добычи нефти в России, требуют наращивания минерально-сырьевой базы. В республике Татарстан ей могут служить природные битумы (ПБ) и сверхвязкие нефти (СВН) казанского яруса, которые до сих пор не находятся в разработке.

Месторождения СВН в отложениях казанского яруса обычно представляют собой совокупность залежей, приуроченных к терригенным и карбонатным коллекторам, залегающим на разных стратиграфических уровнях. Одним из таких месторождений является Горское месторождение СВН, расположенном на Восточном борту Мелекесской впадины, на границе Республики Татарстан и Самарской области.

## Ключевые слова

сверхвязкие нефти (СВН), тяжелые нефти, казанские отложения, нефтяной коллектор, битумы, оолиты

## Материалы и методы

Табличные данные с исследованием кернового материала битуминозных карбонатов казанского яруса. Описание шлифов оолитовых доломитов для определения прямого признака наличия коллектора углеводородов.

## Благодарности

Благодарим профессора, д.н. (доцента) кафедры геологии нефти и газа им. А.А.Трофимука ИГИНГТ, К(П)ФУ Нургалиеву Н.Г. за помощь в фотографировании шлифов. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90060.

## Для цитирования:

Мударисова Р.А., Волков Ю.В., Успенский Б.В., Андрушкевич О.Ю. Изучение оолитовых карбонатов раннеказанского возраста Восточного борта Мелекесской впадины // Экспозиция Нефть Газ. 2020. №4. С. 15–19. DOI:10.24411/2076-6785-2020-10088

Поступила в редакцию: 11.06.2020

GEOLOGY

UDC 551 | Original Paper

## Lowel Kazan oolite carbonates research on the Eastern side of the Melekess depression on the Tatarstan Republic

Raushaniia A. Mudarisova<sup>1</sup>, Yuri V. Volkov<sup>1,2</sup>, Boris V. Uspenskiy<sup>1</sup>, Oleg Y. Andrushkevich<sup>1</sup>, Anna G. Baranova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IGPT K(P)FU, <sup>2</sup>IPEN AN RT

rayshania@mail.ru

## Abstract

Increasing oil production in Russia requires an increase in the mineral resource base. Such a base in the Republic of Tatarstan can serve of the Kazan deposits, which are still not in development.

The Kazanian bituminous deposits are usually a set of sediments associated with terrigenous and carbonate reservoirs that occur at different stratigraphic levels.

## Keywords

ultra-viscous oils, heavy oil, kazanian sediments, oil reservoir, bitumen, oolites

## Materials and methods

Tables with data of the study core material bituminous sandstones kazanian stage. Oolite dolomite thin sections are for determining indication of the hydrocarbon reservoir presence.

## Acknowledgements

The reported study was funded by RFBR, project number 19-35-90060.

## For citation:

Raushaniia A. Mudarisova, Yuri V. Volkov, Boris V. Uspenskiy, Oleg Y. Andrushkevich. Lowel Kazan oolite carbonates research on the Eastern side of the Melekess depression on the Tatarstan Republic // Ekspozitsiya Net' Gaz = Exposition Oil Gas, 2020. issue 3, pp. 15–19. DOI:10.24411/2076-6785-2020-10088

Received: 11.06.2020

## Характеристика объекта

Горское месторождение СВН контролируется пологим поднятием (рис. 1). Основными продуктивными отложениями месторождения являются оолитовые

доломиты камышлинского слоя казанского яруса. Пласт-коллектор, сложенный здесь оолитовым и органогенно-обломочным карбонатами толщиной до 20 м (рис. 2), выдержан по площади и занимает приподнятое

гипсометрическое положение.

Впервые литофация оолитовых карбонатных пород камышлинского слоя была выделена Петровым Г.А. (рис. 3) [8]. Биту-мопроявления на Горском месторождении

встречаются также в отложениях катергинской свиты (открытой Эллерным С.С. и Виноходовой Г.В.) и красноярского слоя. Покрышкой являются мощная сульфатная толща серии «Подбой», толщиной 8-10 метров. Залегают оолитовые карбонаты камышлинского слоя большей частью на ангидридах сакмарского яруса либо на доломитах байтуганского слоя нижеказанского подъяруса (рис. 4) [2, 9].

Камышлинские слои на этой территории в большей своей части представлены доломитом оолитовым, реликтово-органогенным, участками глинистым, отбуровато-серого до черного цвета, участками кавернозным, трещиноватым, слабозагипсованным (загипсованность увеличивается с глубиной). Глинистость увеличивается в северном и южном направлении, при этом в северном направлении доломит местами переходит в мергель. В западном направлении органогенно-обломочный и оолитовый доломит переходит в глинистый и песчаный доломит. Оолитовые карбонатные породы отличаются высокими коллекторскими свойствами: пористость изменяется от 18 до 34%, битумонасыщенность от 6 до 11% к массе породы.

### Методы исследования

Оолитовые доломиты — это порода, основная масса которой состоит из округлых или эллипсоидальных концентрически наложенных доломитовых тел, величиной не более 1 мм в диаметре. Если величина свыше 1 мм — это крупнооолитовые доломиты (пизолиты). Структура оолитовая и крупнооолитовая. Оолиты имеют округлую или сферическую и эллипсоидальную форму зерен. Внутри оолиты состоят из ядра, окруженного равномерно слоистой корой, которая увеличивается в сферичности с удалением от ядра. Ядро обычно состоит из оболочки или ископаемого фрагмента, тогда как кора состоит из концентрических слоев карбоната кальция или других минералов. Оолиты, как правило, хорошо сортированы по величине, но иногда их размеры могут значительно меняться даже в пределах одного образца.

Степень насыщенности породы оолитами бывает различной — оолиты либо плотно прилегают друг к другу, либо разобочены (базальный цемент), иногда настолько, что составляют всего 50% породы. Там, где оолиты прилегают плотно, промежутки между ними иногда ничем не выполнены. Доломитовый цемент в этом случае образует лишь тонкие кристаллические корочки, покрывающие поверхность оолитов (крустификационный цемент), или присутствует только в местах их соприкосновения (контактовый цемент) [1, 5, 10].

Твенгофел У.Х. [5] по месту залегания оолитов делит их на аутохтонные и аллохтонные. Аутохтонные оолиты остаются на месте своего образования, аллохтонные оолиты подвергаются перемещению, даже на значительные расстояния.

Для более полного изучения продуктивных отложений камышлинского слоя выбран метод исследования - оптическая микроскопия. Описание шлифов произведено по стандартной методике, применяемой при петрографическом изучении осадочных пород.

Для микроописания керны в разрезе камышлинского слоя были отобраны образцы с интервалом 0,5–1,5 м в 7 скважинах Горского

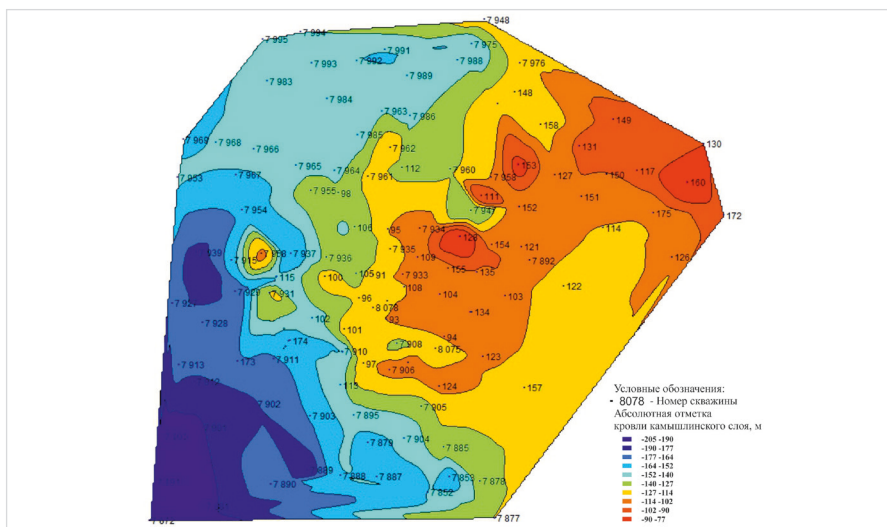


Рис. 1 — Структурная карта по кровле камышлинского слоя. Масштаб 1:50000.  
Fig. 1 — Structural map of the roof of Kamyshla beds. Plot scale 1:50000.

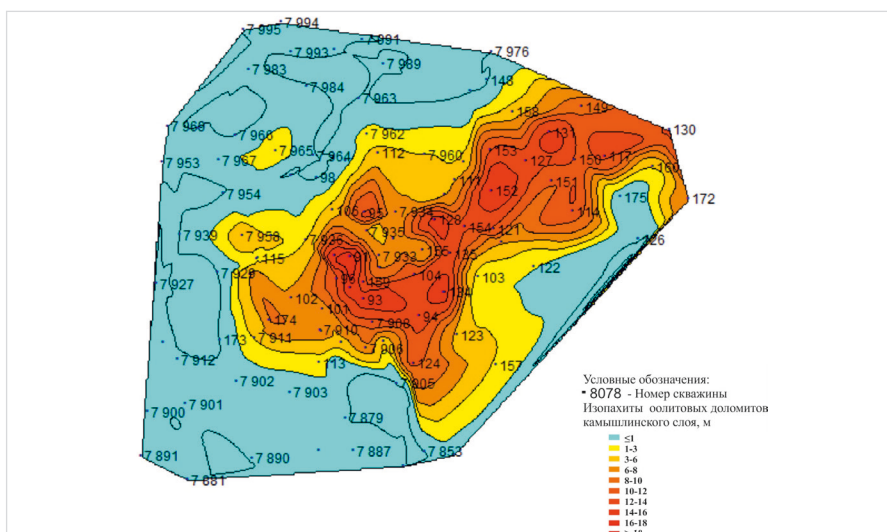


Рис. 2 — Карта изопачит оолитовых доломитов камышлинского слоя. Масштаб 1:50000.  
Fig. 2 — Thickness map of oolite dolomite Kamyshla beds. Plotscale 1:50000.

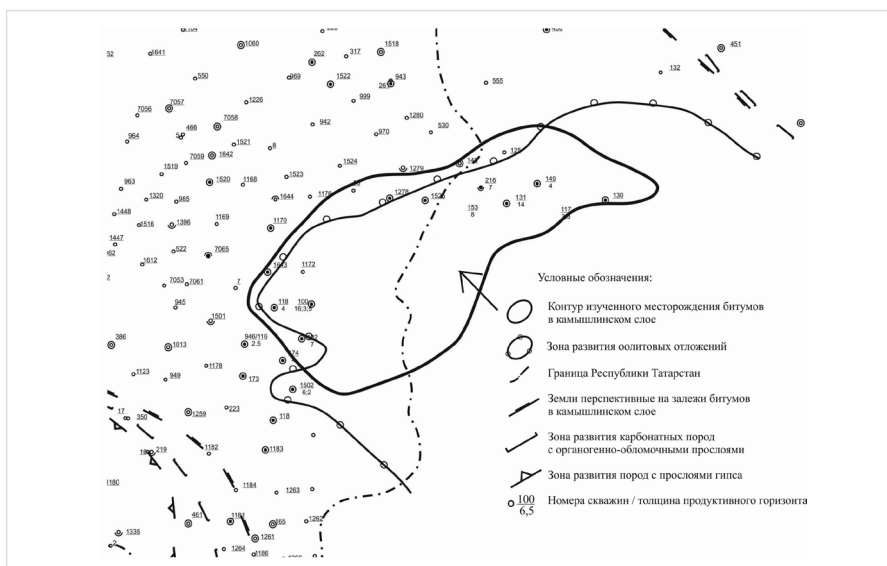


Рис. 3 — Выкопировка из карты битумоносности отложений камышлинского слоя казанского яруса Мелекесской впадины (ТГРУ, Петров Г.А., Цитцер Б.А., 1986 г.) [8]  
Fig. 3 — Fragment of the map bituminous sediments of the Kamyshla beds the Kazan stage of the Melekes depression

месторождения и Иглайкинской площади.

**Результаты и обсуждение**

Среди оолитовых доломитов встречаются следующие разновидности.

1. Оолитовый доломит без четко выраженного центра и лучей (псевдооолитовый). Ооиды плотно прилегают друг к другу, пустотное пространство между ними участками покое, заполнено битумом, кальцитом,

доломитом, игольчатыми кристаллами гипса. Основная масса породы представлена оолитом резко выраженной эллипсоидальной, вытянутой формы, реже округлой, размером от 0,15 мм до 0,6 мм, сложены они тонкозернистым доломитом (0,01–0,03 мм). Эллипсоидальные оолиты более или менее вытянуты в направлении одной оси. Оолиты слагаются тонкозернистым агрегатом, величина зерен

которого меньше 0,01 мм. Концентрическое строение оолитов в большинстве своем нарушено вследствие диагенетической перекристаллизации тонкозернистого доломита, но участками реликты тонкозернистого доломита (0,01 мм) в центре оолитов сохранились. Небольшая часть эллипсоидальных оолитов имеет четко выраженный центр — ядро и одну сферическую оболочку. Цемент

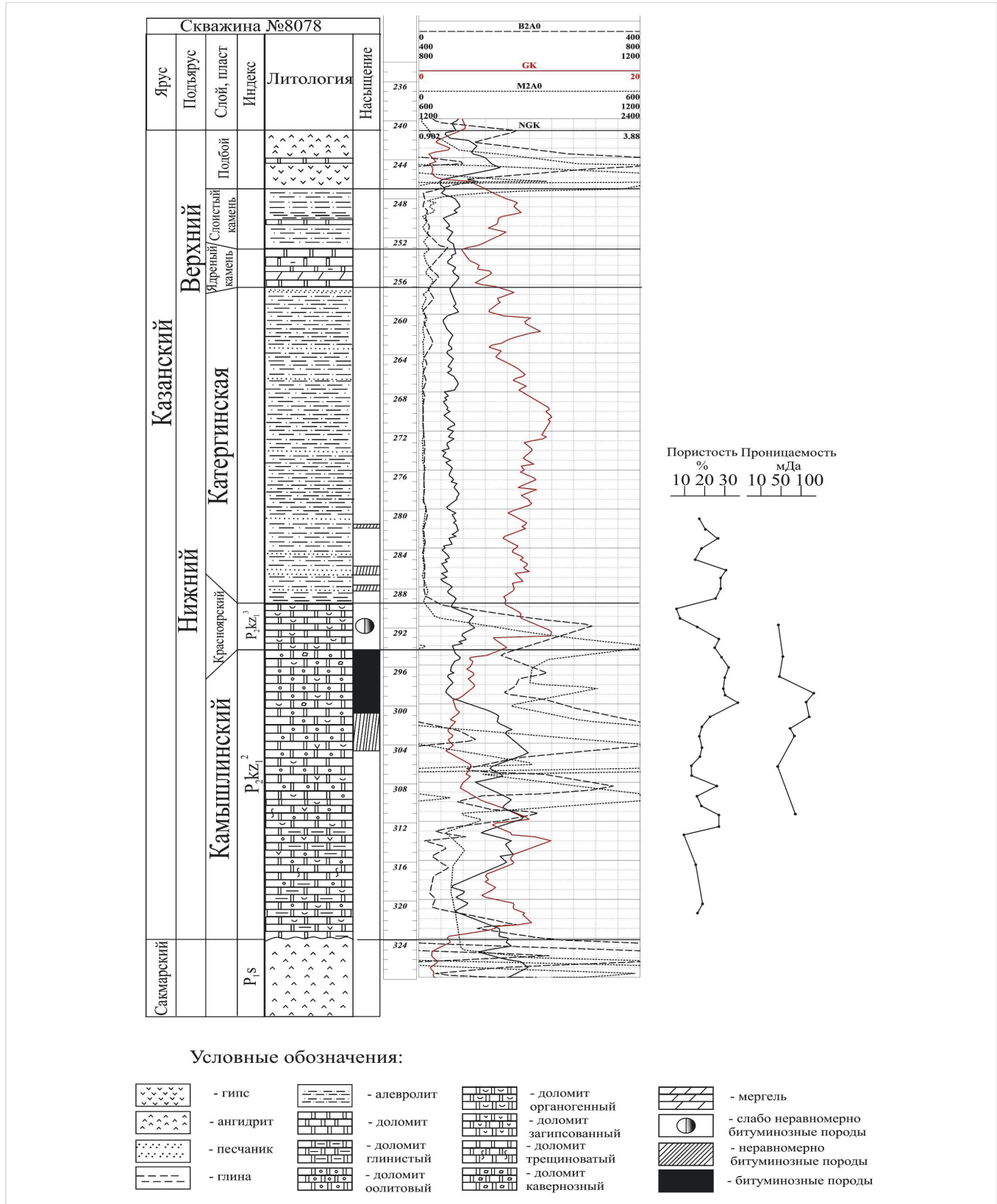


Рис. 4 — Геолого-геофизический разрез скважины №8078 Иглайкинской площади  
 Fig. 4 — Geologic-geophysical vertical section of well. No. 8078 Iglaykinskaya square

— мелкозернистый (15–20 %), крустификационный, густковый, пойкилитовый. Упаковка зерен доломита в оолитах и в цементе участками местами плотная, местами разобшенная, обуславливающая возникновение пор диагенетической перекристаллизации (менее 0,01 мм). Преобладающими в эффективном поровом пространстве являются первичные межоолитовые и вторичные поры выщелачивания зигзагообразной округлой формы. Размер пор от 0,1 до 0,4 мм. Связь между порами осуществляется межоолитовыми каналами. В некоторых частях шлифа появляются игольчатые кристаллы гипса, который в различной степени замещает первично карбонатный цемент. Кристаллы гипса более или менее имеют одно направление с осью эллипсоидальных оолитов. Распределение пор равномерное, битумонасыщение сплошное, более или менее интенсивное. Тип коллектора поровый (рис. 5А, В).

2. Доломит оолитовый, с четко выраженным центром и сферическими оболочками. Ооиды разобщены, порода имеет базальный цемент. Основная масса породы (80%) сложена оолитами с размером 0,15–1 мм, округлой, неправильной, эллипсоидальной, овальной, удлинённой формы. Округлые ооиды по своей форме часто оказываются правильными и выглядят шарообразными, имеют четко выраженный центр — ядро и одну сферическую оболочку. Часть оолитов эллипсоидальной формы сходна с предыдущим примером. Часть оолитов округлой и эллипсоидальной формы имеют сложное строение, имеют ядро и от трех до пяти концентрических оболочек, в редких случаях нерегулярную эксцентричность. Центр (0,01–0,05 мм) ооидов сложен тонкозернистым первичным доломитом, кристаллами кальцита тонкозернистого, кварцем, остальная часть частично выщелочена представлена мелкозернистым доломитом.

Участками (30–50%) часть оолитов полностью выщелочена. На их месте образовались пустоты, форма и размер которых соответствуют ооидам, порода приобретает отрицательно-оолитовое строение (псевдооолиты).

Цемент (10–20%) — тонкозернистый доломит, гипс и ангидрит, по типу мелкозернистый крустификационный, базальный, густковый, пойкилитовый. Реликты тонкозернистого первичного доломита встречаются как в центре оолитов, так и в цементе. Эффективной емкостью являются поры и каверны разнообразной угловатой, неправильной формы, образованные путем полного или частичного выщелачивания зерен доломита, слагающих оолиты, агрегата оолитов вместе с цементом, либо в результате диагенетической перекристаллизации первичного тонкозернистого доломита. Размер пор 0,1–1 мм, каверн до 2 мм, форма пор угловатая, неправильная. Каверны и поры заполнены в основном битумом, игольчатыми кристаллами гипса и ангидрита трещиноватого. Битум обволакивает стенки оолитов, иногда заполняет пустотное пространство оолитов. Концентрация битума не хаотична, она зависит от внутреннего строения оолитов. Пути фильтрации являются межоолитовые и межзерновые каналы, прерывистые микротрещины, соединяющие между собой изолированные друг от друга вторичные поры выщелачивания. Битумонасыщение сильное, неравномерное. Тип коллектора поровый, порово-трещинный (рис. 5С, D).

3. Доломит мелкокомковатый,

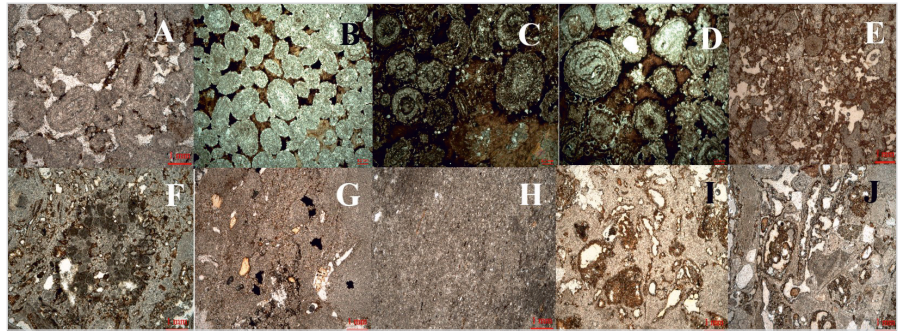


Рис. 5 — Фото шлифов. А, В оолитовый доломит без четко выраженного центра и лучей (псевдооолитовый); С, D доломит оолитовый, с четко выраженным центром и сферическими оболочками; Е, F доломит мелкокомковатый, реликтово-органогенный, местами оолитовый; G, H, I, J доломит тонкозернистый, местами глинистый, реже комковато-пористый.

Fig. 5 — Thin sections photos A, B oolite dolomite without a clearly defined center and rays; C, D oolite dolomite with a clearly defined center and spherical shells; E, F dolomite finely lumpy, relict organogenic, sometimes oolite; G, H, I, J fine-grained dolomite, sometimes clayey, rarely lumpy-porous

реликтово-органогенный, местами оолитовый, встречаются фрагменты мшанок, кораллов (рис. 5Е, F). Комки сложены тонкозернистым карбонатным веществом, местами комки сцементированы тонкозернистым кальцитом, неравномерной цементации. Структура зерен доломита местами пелитоморфная, местами коллоиднозернистая, с зернами кварца. Среди обломочного материала часто можно наблюдать в шлифе отдельные целые оолиты и их обломки, принесенные течением с прочими органическими остатками. Часть оолитов полностью выщелочена, на месте оолитов образовались пустоты, форма и размер которых соответствуют оолитам, порода приобретает отрицательно-оолитовое строение (псевдооолиты). Эффективной емкостью являются поры и каверны разнообразной угловатой, неправильной формы, образованные путем полного или частичного выщелачивания зерен доломита, слагающих оолиты, агрегата оолитов вместе с цементом. Форма оолитов неправильная, полуокруглая, угловатая. Оолиты перекристаллизованные. Второстепенную роль играют межзерновые поры диагенетической и эпигенетической перекристаллизации. Фильтрация осуществляется по межзерновым каналцам, образованным в участках диагенетической и эпигенетической перекристаллизации, а также по удлиненным микроканалам, образованным от слияния межзерновых каналцев. Размер пор 0,0–0,5 мм, каверн до 1,8 мм, форма пор угловатая, неправильная. Поры заполнены битумом, битум обволакивает стенки оолитов. Концентрация битума зависит как от внутреннего строения оолитов, так и от органических остатков. Иногда наблюдается наличие битума не в порах, а в органике. Каверны заполнены битумом, игольчатыми кристаллами гипса и кальцитом. Фильтрация осуществляется по межзерновым каналцам, образованным в участках диагенетической и эпигенетической перекристаллизации, а также по удлиненным микроканалам, образованным от слияния межзерновых каналцев. Битумонасыщение неравномерное, полосчатое, пятнистое.

4. Доломит тонкозернистый (рис. 5G, I), местами глинистый (рис. 5H), реже комковато-пористый (рис. 5J). Основная масса породы тонко- мелкозернистый доломит (до 0,003 мм), практически однородный, с редкими порами, заполненными частично битумом, гипсом,

кальцитом, тонкозернистым карбонатным материалом, либо пустые, редко по периферии пор наблюдаются оторочки повышенной битумоносности. Поры размером до 0,01–0,1 мм, неправильной формы, угловатые, округлые. Наблюдаются редкие отдельные, фрагментальные, единичные, оолиты — поэтому трудно назвать породу оолитовой. Органические остатки также встречаются редко и неравномерно распределены в породе. Тип коллектора порово-трещинный.

Кротов Б.П. считает [4], что на территории РТ (в Среднем Поволжье) доломитизация оолитовых известняков сопровождалась процессами перекристаллизации. Способ образования доломитов — вторичный в процессе замещения оолитовых известняков. Структуры таких доломитовых пород являются унаследованными — реликтовыми оолитовыми и реликтовыми крупнооолитовыми. Доломитизация оолитовых известняков могла происходить, вероятно, как в самом раннем диагенезе (почти отвердевшие оолиты в полужидком иле), так и в более поздние стадии жизни породы. При этом первичное строение кальцитовых оолитов сохранилось, по-видимому, тем хуже, чем позже они замещались доломитом. Доломитизация оолитовых известняков может быть полной и частичной. В последнем случае она обычно имеет избирательный характер — доломит замещает либо оолиты, либо цемент [1, 4].

Такого же мнения придерживаются Нургалеева Н.Г. и Тухватуллин Р.К. [6]. Доломитизация оолитовых известняков происходит, вероятнее всего, по диагенетической модели и в большей степени по многостадийной эпигенетической модели. Последняя модель, определяемая воздействием на карбонаты циркулировавших растворов, насыщенных солями хлористого и сернистого магния, объясняет процесс доломитизации. На определенных этапах геологической истории одним из факторов доломитизации являлись углеводороды [6].

#### Заключение

Характер распределения СВН на Горском месторождении свидетельствуют о том, что оно тесно связано с локальным поднятием. Образование скоплений битумов контролировалось двумя основными факторами: развитием емкого пласта-коллектора с надежным

перекрытием в кровле и наличием положительной структуры [3].

По описанию шлифов кернового материала, отмечается неоднородное строение отложений по площади и разрезу. Пористый оолитовый доломит в камышлинских слоях на территории Восточного борта Мелекесской впадины является хорошим коллектором для скоплений углеводородов в этом литологическом комплексе. Проведенные исследования повышают прогноз нефтеносности этих и подобных отложений, что имеет практическую и научную значимость.

#### Итоги

Битуминозными в отложениях камышлинского слоя являются оолитовые и органогенные доломиты. Среди оолитовых доломитов встречаются следующие разновидности:

- оолитовый доломит без четко выраженного центра и лучей (псевдооолитовый);
- доломит оолитовый, с четко выраженным центром и сферическими оболочками;
- доломит мелкокомковатый, реликтово-органогенный, местами оолитовый;
- доломит тонкозернистый, местами глинистый, реже комковато-пористый.

#### Выводы

По описанию шлифов, отмечается неоднородное строение коллектора по площади и разрезу. Пористый оолитовый доломит в камышлинских отложениях на территории Восточного борта Мелекесской впадины служит прямым признаком наличия коллектора углеводородов в этом литологическом комплексе.

#### Литература

1. Хабакова А.В. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Часть 2 Карбонатные породы. М: Недра, 1968. 700 с.
2. Виноходова Г.В., Эллерн С.С. О строении нижней части казанского яруса востока Мелекесской впадины и особенности распределения битумов. К: Казанский университет. 1985. С. 8–24.
3. Войтович Е.Д. Пермские битумы. Отчет ТГРУ ОАО «Татнефть». Казань. 1997. 198 с.
4. Кротов Б.П. Доломиты, их образование, условия устойчивости в земной коре и изменения в связи с изучением доломитов верхних горизонтов казанского яруса в окрестностях г. Казани // Труды Казанского общества естествоиспытателей. 1925.
5. Кузьмин А.М. Периодическо-ритмические

явления в минералогии и геологии: монография. Томск: STT, 2019. 336 с.

6. Нурғалиева Н.Г. К вопросу петрографической типизации карбонатных пород пластов 13, 13а, 15 казанского яруса Иглайкинской площади Мелекесской впадины. Вопросы геологии, разведки и разработки нефтяных и битумных месторождений. К: Казанский университет. 1997. С. 90–101.
7. Троепольский В.И. Пермские битумы Татарии. К: Казанский университет. 1976. 224 с.
8. Петров Г.А. Литолого-фациальный анализ битумоносных комплексов верхнепермских отложений в связи с оценкой ресурсов битумов на территории Татарстана. Казань. 2000. 235 с.
9. D.K. Nurgaliev, V.V. Silantiev, S.V. Nikolaeva. Type and reference sections of the Middle and Upper Permian of the Volga and Kama river regions. A field Guidebook of XVIII International Congress on Carboniferous and Permian. Kazan: Kazan University Press, 2015, 228 p.
10. Siewers F.D. Oolite and coated grains. In: Middleton GV (ed) Encyclopedia of sedimentology. Kluwer, Boston, 2003, pp. 66–70.

#### ENGLISH

#### Results

Bituminous deposits in the Kamyshla Beds are oolite and organogenic dolomites. The following varieties are found among the oolite dolomites:

- oolite dolomite without a clearly defined center and rays;
- oolite dolomite with a clearly defined center and spherical shells;
- dolomite finely lumpy, relict organogenic, sometimes oolite;

#### References

1. Khabakov A.V. Atlas of textures and structures of sedimentary rocks. Part 2 Carbonate rocks. Moscow: Nedra, 1968, 700 p.
2. Vinokhodova G.V. On the structure of the lower part of the Kazan tier of the east of the Melekess depression and features of the distribution of bitumen. Kazan: Kazan State University, 1985, pp. 8–24.
3. Voitovich E.D. 1997 Perm bitumens. Kazan: Report of the TEO OJSC Tatneft, 1997, 198 p.
4. Krotov B.P. Dolomites, their formation, stability conditions in the earth's crust and changes in connection with the study of dolomites of the upper horizons of the

Kazan tier in the vicinity of Kazan // In the collection: Proceedings of the Kazan Society of Naturalists, 1925.

5. Kuzmin A.M. Periodic-rhythmic phenomena in mineralogy and geology: monograph. Tomsk: STT. 2019. 336 p.
6. Nurgaliev N.G. To the question of petrographic typification of carbonate rocks of strata 13, 13a, 15 of the Kazan layer of the Iglaykinskaya area of the Melekess depression. Questions of geology, exploration and development of oil and bitumen deposits. Kazan: Kazan State University, 1997, pp. 90–101.
7. Troepolsky V.I. Perm bitumen of Tatarstan Kazan: Kazan State University, 1976, 224 p.
8. Petrov G.A. Lithological-facies analysis of

- fine-grained dolomite, sometimes clayey, rarely lumpy-porous

#### Conclusions

According to the description of thin sections, the collector heterogeneous structure is noted by area and section. Porous oolite dolomite in the kamishlinian sediments on the Eastern side of the Melekess Depression is a direct sign of the presence of a hydrocarbon reservoir in this lithological complex.

bitumen-bearing complexes of the Upper Permian deposits in connection with the assessment of bitumen resources in the territory of Tatarstan. Kazan: Kazan State University, 2000, 235 p.

9. D.K. Nurgaliev, V.V. Silantiev, S.V. Nikolaeva. Type and reference sections of the Middle and Upper Permian of the Volga and Kama river regions. A field Guidebook of XVIII International Congress on Carboniferous and Permian. Kazan: Kazan University Press, 2015, 228 p.
10. Siewers F.D. Oolite and coated grains. In: Middleton GV (ed) Encyclopedia of sedimentology. Kluwer, Boston, 2003, pp. 66–70.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Мударисова Раушания Айдаровна**, старший преподаватель кафедры геологии нефти и газа ИГиНГТ К(П)ФУ. rayshania@mail.ru

**Волков Юрий Васильевич**, старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования ИПЭН АН РТ, доцент кафедры геологии нефти и газа ИГиНГТ К(П)ФУ

**Успенский Борис Вадимович**, зав. лаб. геологического моделирования, профессор, заведующий кафедры геологии нефти и газа ИГиНГТ К(П)ФУ

**Андрюшкевич Олег Юрьевич**, заведующий лабораторией пробоподготовки ИГиНГТ К(П)ФУ

**Баранова Анна Геннадьевна**, старший научный сотрудник ЛГИЭМ ИПЭН АН РТ

**Mudarisova Raushaniia Aydarovna**, senior lecturer of the department of geology of oil and gas IGPT K(P)FU. rayshania@mail.ru

**Volkov Yuri Vasilievich**, senior researcher of the laboratory of geological and environmental modeling IPEN AN RT, assistant professor of the department of geology of oil and gas IGPT K(P)FU

**Uspenskiy Boris Vadimovich**, head of the laboratory of geological and environmental modeling IPEN AN RT, professor, head of a department of geology of oil and gas IGPT K(P)FU

**Andrushkevich Oleg Yurievich**, head of laboratory for Sample Preparation IGPT K(P)FU

**Anna G. Baranova**, senior researcher of geological and environmental modeling laboratory, IPEN TAS