

Влияние трещиноватости на фильтрационно-емкостные характеристики карбонатных коллекторов на примере нефтяного месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции

Шабурова М.Е.

Группа компаний «Газпром нефть», Санкт-Петербург, Россия
maria_shaburova@mail.ru

Аннотация

На фильтрационно-емкостные характеристики карбонатных коллекторов, как правило, в большей степени влияют вторичные изменения, поэтому важной задачей является исследование их взаимосвязи. В настоящей статье приводятся результаты анализа влияния трещиноватости на фильтрационно-емкостные характеристики карбонатных коллекторов на примере нефтяного месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Кроме того, в статье представлены результаты структурно-генетической классификации пород-коллекторов и оценки их влияния на фильтрационно-емкостные свойства; классификации трещин; определения их геометрических характеристик и закономерностей пространственного распространения; анализа связи трещиноватости с плотностными и фильтрационно-емкостными характеристиками продуктивных пластов; построения модели плотности стилолитовых трещин.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования было проанализировано 455 метров керна в интервале продуктивных пластов по 6 скважинам (по всем скважинам с керном на месторождении). В ходе описания трещин была дана характеристика следующих параметров: тип трещины, азимут падения, угол падения, материал заполнения, отношение к слоистости, сопутствующие вторичные изменения. Характеристика элементов залегания (азимутов и углов падения) трещин и пластов приводилась относительно оси керна, так как керн не ориентирован в пространстве. Стоит отметить, что по двум скважинам проведено

детальное описание трещин с шагом 0,1 м, по остальным скважинам детальное описание затруднительно из-за плохой сохранности керна.

Ключевые слова

карбонатные коллекторы, фильтрационно-емкостные свойства, классификация по Данхэму, трещиноватость, Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция, строение пустотного пространства, стилолитовые трещины

Для цитирования

Шабурова М.Е. Влияние трещиноватости на фильтрационно-емкостные характеристики карбонатных коллекторов на примере нефтяного месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Экспозиция Нефть Газ. 2024. № 8. С. 48–53.
DOI: 10.24412/2076-6785-2024-8-48-53

Поступила в редакцию: 29.10.2024

GEOLOGY

UDC 551, 550.8 | Original Paper

The fractures influence on the filtration and capacitance characteristics of carbonate reservoirs on the example of an oil field in the Timan-Pechora oil and gas province

Shaburova M.E.

“Gazprom Neft” Company Group, Saint-Peterburg, Russia
maria_shaburova@mail.ru

Abstract

As a rule, the filtration and capacitance characteristics of carbonate reservoirs are more influenced by after-sedimentation changes, therefore, an important task is to study their relationship. This article presents the results of the analysis of the fractures influence on the filtration and capacitance characteristics of carbonate reservoirs on the example of the Timan-Pechora oil field of the oil and gas province. In addition, the article presents the results of the structural and genetic classification of reservoir rocks and assessment of their influence on filtration and capacitance properties; classification of fractures; determination of their geometric characteristics and patterns of spatial distribution; analysis of the relationship of fractures with density and filtration-capacitance characteristics of productive formations; construction of a model of the density of stylolite fractures.

Materials and methods

During the study, 455 meters of core were analyzed in the range of productive formations for 6 wells (for all wells with core in the field). During the fractures description, the following parameters were characterized: fractures type, dip azimuth, dip angle, filling material, relation with layering, relations with after-sedimentation changes. The characteristics of the elements of occurrence (dip azimuths and dip angles) of fractures and formations were given relative to the core axis, since the core is not oriented in space. It is worth noting that a detailed

description of fractures with a step of 0,1 m was carried out for two wells, a detailed description is difficult for the remaining wells due to poor core preservation.

Keywords

carbonate reservoirs, filtration and capacitance properties, Dunham classification, fractures, Timan-Pechora oil and gas province, structure of void space, stylolite fractures

For citation

Shaburova M.E. The fractures influence on the filtration and capacitance characteristics of carbonate reservoirs on the example of an oil field in the Timan-Pechora oil and gas province. Exposition Oil Gas, 2024, issue 8, P. 48–53. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2024-8-48-53

Received: 29.10.2024

Введение

Карбонатные коллекторы характеризуются сложным строением пустотного пространства, на их фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС), как правило, влияют не только условия осадконакопления, но и вторичные преобразования, такие как выщелачивание, кальцитизация, битуминизация, трещиноватость и другие. В низкоемких коллекторах исследование трещиноватости особенно важно, так как трещины могут являться «каналами», обеспечивающими проницаемость коллектора (фильтрацию флюида в породе), поэтому выявление закономерностей пространственного развития трещин и их влияния на ФЕС породы позволит выделить зоны наиболее перспективные для разработки.

Целью работы является выявление особенностей строения пустотного пространства коллекторов нефтяного месторождения и их влияния на ФЕС.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведена структурно-генетическая классификация пород-коллекторов;
- дана характеристика ФЕС каждого типа;
- определены особенности распространения различных типов коллекторов по площади и по разрезу;
- проведена классификация трещин;
- определены геометрические характеристики трещин: азимуты и углы падения;
- определены закономерности распространения трещин по площади и по разрезу;
- установлена связь различных типов трещин с плотностными и фильтрационно-емкостными характеристиками коллекторов.

Геологическая характеристика объекта исследования

Объектом исследования является нефтяное месторождение, расположенное в северо-восточной части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. В пределах месторождения установлена промышленная нефтеносность в отложениях гжелского яруса верхнего карбона и ассель-сакмарского яруса нижней перми [1]. Верхние продуктивные отложения введены в эксплуатацию, нижние — нет. Коллекторы месторождения представлены известняками, характеризующимися неоднородным распределением ФЕС по площади и по разрезу. По классификации известняков по Ф. Данхэму [2] с дополнениями Ембри и Кловена [3] в пределах исследуемого месторождения выделяются следующие типы: грейн-пакстоуны, баундстоуны и вак-мадстоуны. Продуктивные отложения ассель-сакмарского яруса нижней перми характеризуются преимущественно развитием грейн-пакстоунов, продуктивные отложения гжелского яруса верхнего карбона — вак-мадстоунами (рис. 1).

Пористость грейн-пакстоунов достигает 25–29 %, баундстоунов — в среднем составляет 15 %; вак-мадстоунов — 4 %. При этом проницаемость вак-мадстоунов в среднем выше проницаемости баундстоунов и составляет 72 и 58 мД соответственно. Проницаемость грейн-пакстоунов в среднем составляет 104 мД [4]. Различия ФЕС выделенных типов известняков обусловлены изменением размеров форменных элементов и количеством карбонатного листового материала, что в свою очередь связано с гидродинамической активностью обстановки осадконакопления [4].

В карбонатных коллекторах наряду с особенностями условий осадконакопления большее влияние на ФЕС оказывают вторичные изменения, важную роль среди которых играет трещиноватость [5], поэтому необходимо более детально рассмотреть закономерности ее развития и влияния на коллекторские характеристики продуктивных пластов исследуемого месторождения.

Классификация трещин и особенности их распространения

Существует большое количество классификаций трещин по геометрическим характеристикам, механизмам и способам формирования (генетические классификации) и другим признакам [6–8]. Глобально все трещины в нефтегазоносных коллекторах могут быть разделены на тектонические и нетектонические [9]. Формирование тектонических трещин связано с тектоническими процессами, к ним относят трещины растяжения, скалывания, сжатия и др. [10]. Формирование нетектонических трещин связано с литологическими процессами, к ним относят диагенетические (литогенетические), катагенетические, стилолитовые трещины и др. [9]. Стоит отметить, что тектонические и литологические процессы могут быть сопряжены, поэтому классификация по данным признакам не является однозначной [9].

В результате анализа керна скважин исследуемого месторождения было выделено две группы трещин: тектонические и нетектонические. Нетектонические трещины, в свою очередь, были разделены на стилолитовые и литогенетические.

Стилолитовые трещины — это трещины, которые образуются неровными поверхностями отдельности, покрытыми тонкими выступами и шипами — стилолитами [11]. Принято считать, что они образуются в процессе литификации, как правило, карбонатных пород, в результате дифференциального растворения твердой породы под давлением [12]. Выступы и шипы, вероятно, возникают из-за разной растворимости минералов, которая, в свою очередь, зависит от неравномерного распределения нерастворимых примесей. В связи с этим стилолиты часто ориентированы параллельно направлению укорочения породы [11]. В процессе анализа керна к стилолитовым были отнесены те трещины, которые имеют характерную синусообразную форму поверхности разрыва (рис. 2).

Литогенетические трещины образуются в результате уплотнения и дегидратации осадка под действием литостатического (горного) давления, а также постседиментационных преобразований (перекристаллизации, доломитизации и др.) [9]. В ходе анализа керна к литогенетическим были отнесены те трещины, которые встречаются в парагенезисе со стилолитовыми, но не имеют характерной синусообразной формы (рис. 3).

Все остальные трещины были отнесены к тектоническим (рис. 4).

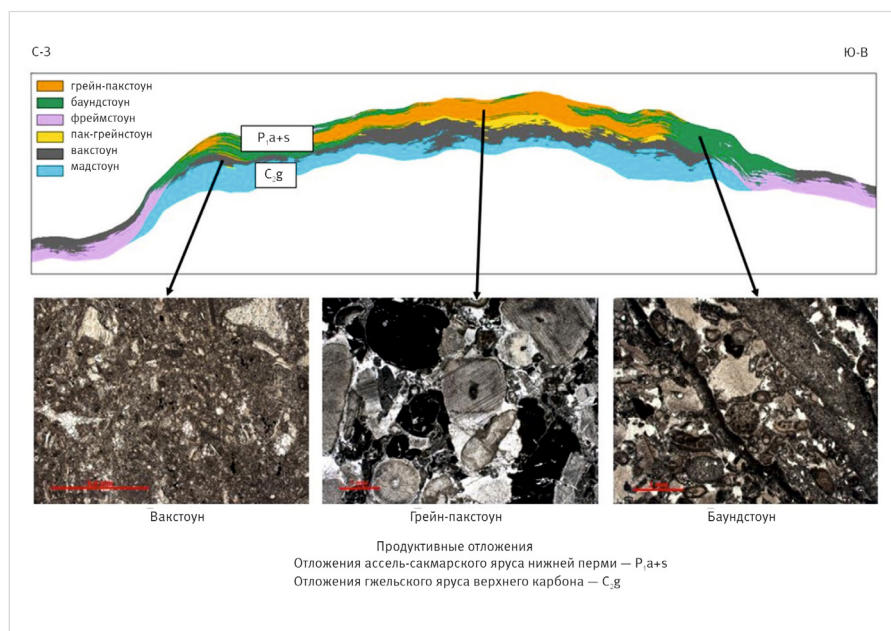


Рис. 1. Зональность распространения различных структурных типов известняков в пределах исследуемого нефтяного месторождения [4]

Fig. 1. The zonation of the various structural types limestones distribution within the studied oil field [4]

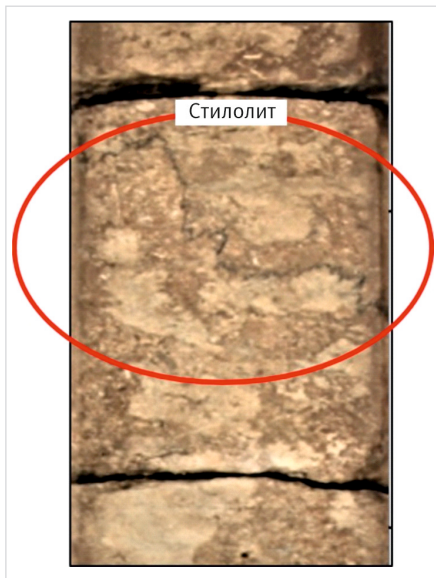


Рис. 2. Пример выделения стилолитовых трещин по керну (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)
Fig. 2. An example of the stylolites fractures allocation of along the core (compiled by Shaburova M.E., 2024)

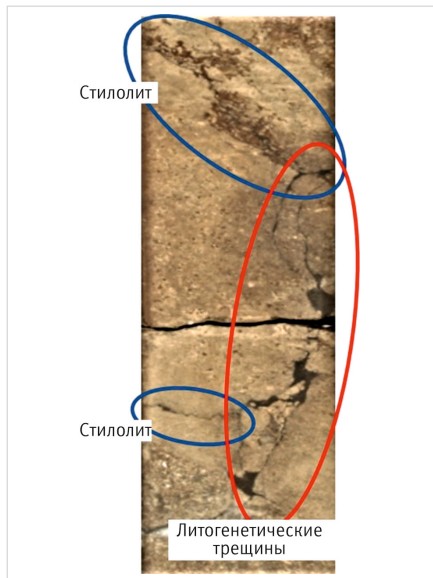


Рис. 3. Пример выделения парагенезиса стилолитовых и литогенетических трещин по керну (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)
Fig. 3. An example of the stylolites and lithogenetic fractures paragenesis allocation along the core (compiled by Shaburova M.E., 2024)



Рис. 4. Пример выделения тектонических трещин по керну (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)
Fig. 4. An example of the allocation of tectonic fractures along the core (compiled by Shaburova M.E., 2024)

Анализ керна показал, что в пределах исследуемого месторождения наибольшее распространение получили стилолитовые трещины. При этом встречаются как единичные стилолитовые трещины, так

и системы из нескольких стилолитов и сопряженных с ними литогенетических трещин. Кроме того, отмечается неоднородное распределение трещин различного типа по площади и по разрезу. В восточной части

месторождения увеличивается количество тектонических трещин, что обусловлено близостью разрывных нарушений (рис. 5).

В продуктивных отложениях гжельского яруса верхнего карбона существенно преобладают стилолитовые трещины, в то время как тектонические трещины практически отсутствуют. В продуктивных отложениях асельского яруса нижней перми стилолитовые и тектонические трещины развиты в равной степени. При этом плотность трещин в этих пластах сопоставима (рис. 6).

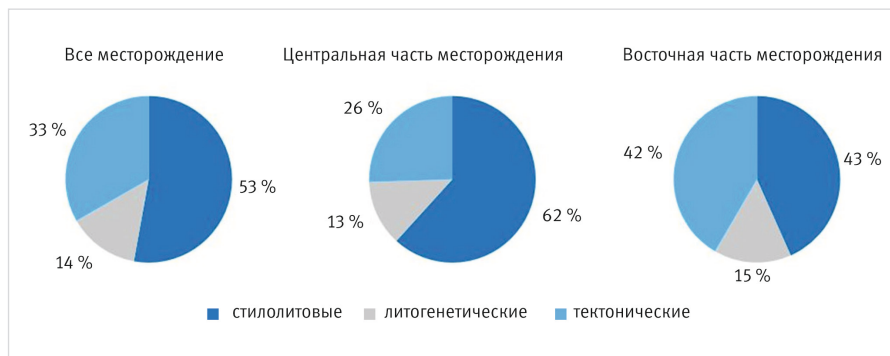


Рис. 5. Распределение выделенных типов трещин по площади месторождения (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)
Fig. 5. Distribution of different fractures types over the field area (compiled by Shaburova M.E., 2024)

Стилолитовые трещины и их связь с фильтрационно-емкостными свойствами

На исследуемом месторождении преобладают стилолитовые трещины, поэтому необходимо более детально рассмотреть особенности их залегания и влияние на ФЕС коллектора.

Анализ керна показал наличие двух групп стилолитовых трещин: расположенные параллельно слоистости и расположенные под углом к слоистости (рис. 7).

Учитывая, что стилолитовые трещины формируются в результате деформаций сжатия и ориентированы вдоль направления укорочения породы [12], можно сделать вывод о том, что имело место две генерации стилолитовых трещин. Одна генерация формировалась в процессе литификации осадочного материала под действием горного давления вышележащих толщ. Трещины этой генерации расположены параллельно слоистости и преобладают в пределах месторождения (рис. 8). Другая генерация трещин формировалась под воздействием сжимающих напряжений в процессе тектонического развития района. Трещины этой генерации расположены под углом к слоистости. Розы-диаграммы простирания этих двух групп стилолитовых трещин представлены на рисунках 9, 10.

Первичные ФЕС коллекторов, особенно емкость, в пристилолитовой зоне ухудшаются в результате кальцитизации и других

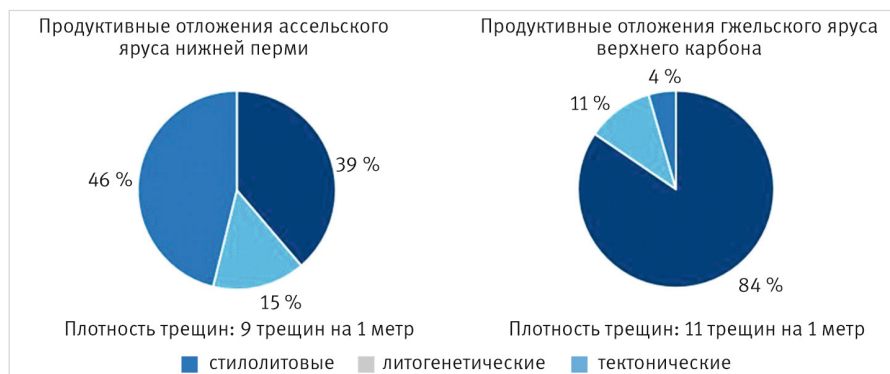


Рис. 6. Распределение выделенных типов трещин по разрезу месторождения (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)
Fig. 6. Distribution of different fractures types across the field section (compiled by Shaburova M.E., 2024)

вторичных изменений, но в породах с высокими первичными коллекторскими свойствами стилолитовые трещины и другие, генетически связанные с ними, могут создавать разветвленную дренирующую сеть проводящих каналов и повышать проницаемость [12].

Анализ характерных вторичных изменений для стилолитовых трещин исследуемого месторождения показал преобладание выщелачивания над другими процессами, что может указывать на положительное влияние стилолитовых трещин на ФЕС (рис. 11).

Для оценки влияния стилолитовых трещин на ФЕС было проведено сопоставление интенсивности трещин с объемной плотностью пород и первичной (седиментационной) пористостью. Интенсивность трещин была рассчитана как количество трещин на 1 метр ствола скважины. Интерпретация данных ядерно-магнитного каротажа

позволяет выделить тот объем пористости, который приходится на долю макропор, при этом объем макропор характеризует объем пор выщелачивания, соответственно максимальная седиментационная пористость может быть рассчитана как разница современной пористости и объема, приходящегося на долю макропор. По результатам анализа отмечается прямая связь между интенсивностью стилолитовых трещин и объемной плотностью горных пород (т.е. в более плотных породах больше стилолитовых трещин) и обратная связь между интенсивностью стилолитовых трещин и первичной пористостью пород (т.е. в породах с высокой первичной пористостью стилолитовых трещин меньше) (рис. 12, 13).

При этом интервалы со стилолитовыми трещинами характеризуются лучшей средней проницаемостью, чем весь разрез (рис. 14, 15).

Соответственно можно сделать вывод о том, что процессы образования стилолитовых трещин с большей интенсивностью происходили в породах, характеризующихся большей плотностью и худшими емкостными характеристиками, но в дальнейшем эти трещины выступали в качестве «каналов», обеспечивающих дополнительное выщелачивание и улучшение ФЕС за счет увеличения проницаемости.

На основе результатов анализа керна и выявленных закономерностей была построена модель интенсивности стилолитовых трещин. Для этого на основании данных геофизических исследований скважин и сейсмической инверсии (акустического импеданса) была построена модель объемной плотности пород, которая в дальнейшем использовалась как тренд.

По результатам моделирования были выделены зоны повышенной интенсивности



Рис. 7. Пример выделения двух групп стилолитовых трещин (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)
Fig. 7. An example of the separation of two groups of stylolite fractures (compiled by Shaburova M.E., 2024)

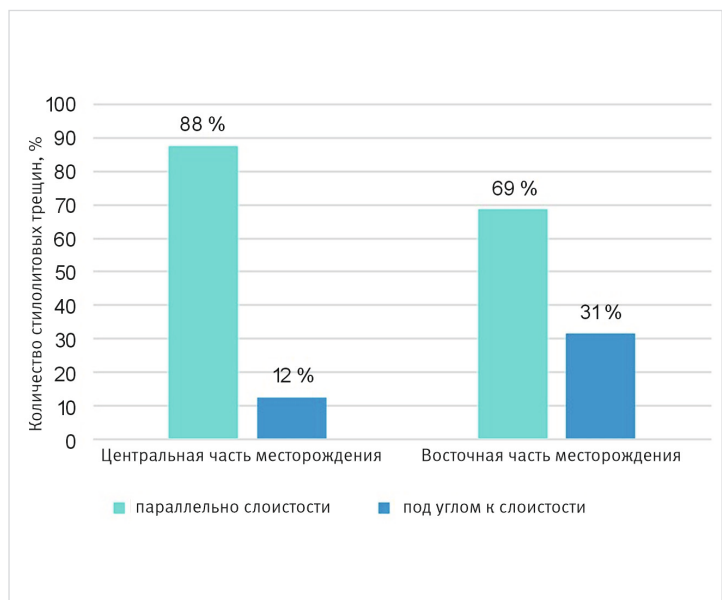


Рис. 8. Гистограмма распределения стилолитовых трещин по площади месторождения (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)
Fig. 8. Histogram of the stylolite fractures distribution over the field area (compiled by Shaburova M.E., 2024)

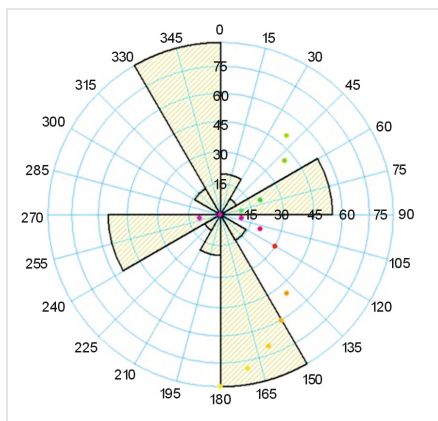


Рис. 9. Роза-диаграмма простирания группы стилолитовых трещин, расположенных параллельно слоистости (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)
Fig. 9. Strike azimuth rose-diagram of a group of stylolite fractures located parallel to the stratification (compiled by Shaburova M.E., 2024)

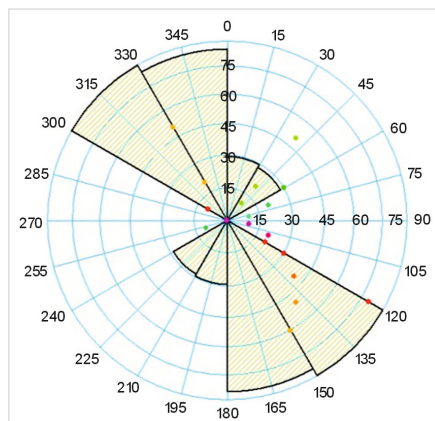


Рис. 10. Роза-диаграмма простирания группы стилолитовых трещин, расположенных под углом к слоистости (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)
Fig. 10. Strike azimuth rose-diagram of a group of stylolite fractures located at an angle to the stratification (compiled by Shaburova M.E., 2024)



Рис. 11. Диаграмма количественного распределения вторичных изменений по стилолитовым трещинам (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)
Fig. 11. Diagram of the quantitative distribution of after-sedimentation changes in stylolite fractures (compiled by Shaburova M.E., 2024)

стилолитовых трещин, которые могут являться зонами повышенной продуктивности (рис. 16).

Выводы и результаты исследования

В результате исследования была проведена структурно-генетическая классификация пород-коллекторов и оценены их ФЕС; проведена классификация трещин; определены их геометрические характеристики и закономерности пространственного распространения; проведен анализ связи трещиноватости с плотностными и фильтрационно-емкостными характеристиками продуктивных пластов; построена модель плотности стилолитовых трещин.

Структурно-генетическая классификация пород-коллекторов, анализ строения пустотного пространства и закономерностей изменения ФЕС, а также их связи с трещиноватостью пород позволили установить, что зоны улучшенных ФЕС в низкоемких коллекторах гжельского яруса верхнего карбона, перспективные для дальнейшего ввода в

эксплуатацию, связаны с интервалами формирования стилолитовых и сопряженных с ними литогенетических трещин. Учитывая наличие закономерностей распространения таких трещин по площади и по разрезу, была построена модель плотности стилолитовых трещин и дан прогноз развития связанных с ней зон повышенной продуктивности.

Литература

1. Журавлев В.А., Кораго Е.А., Костин Д.А., Зуйкова О.Н. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист R-39, 40 — о. Колгуев — прол. Карские Ворота. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. 405 с.
2. Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Classifications of Carbonate Rocks*, 1961, P. 108–121. (In Eng).
3. Embry A.F. A late devonian reef tract on northeastern Banks Island. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, Vol. 19, № 4, 1971, P. 730–781. (In Eng).
4. Шабурова М.Е., Орлов Н.Н. Выделение зон улучшенных фильтрационно-емкостных свойств на примере нефтяного месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // *Экспозиция Нефть Газ*. 2024. № 4. С. 16–21.
5. Багринцева К.И., Дмитриевский А.Н., Бочко Р.А. Атлас карбонатных коллекторов месторождений нефти и газа Восточно-Европейской и Сибирской платформ. М.: РГУ, 2003. 264 с.
6. Смехов Е.М. Теоретические и методические основы поисков трещинных коллекторов нефти и газа. Л.: Недра, 1974. 200 с.
7. Методические рекомендации по изучению и прогнозу коллекторов

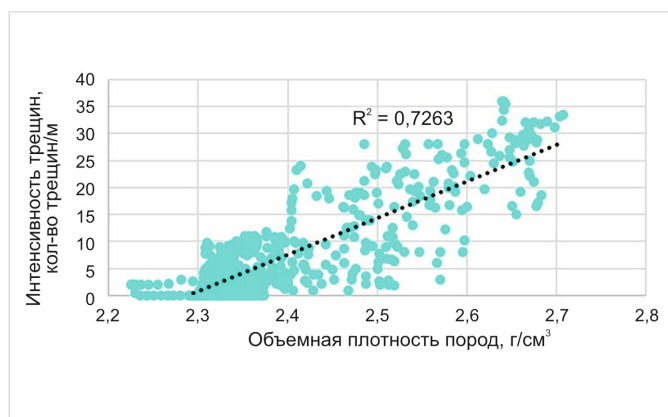


Рис. 12. График зависимости интенсивности стилолитовых трещин от объемной плотности горных пород (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)

Fig. 12. Cross-plot of the stylolite fractures intensity dependence on the rocks volume density (compiled by Shaburova M.E., 2024)

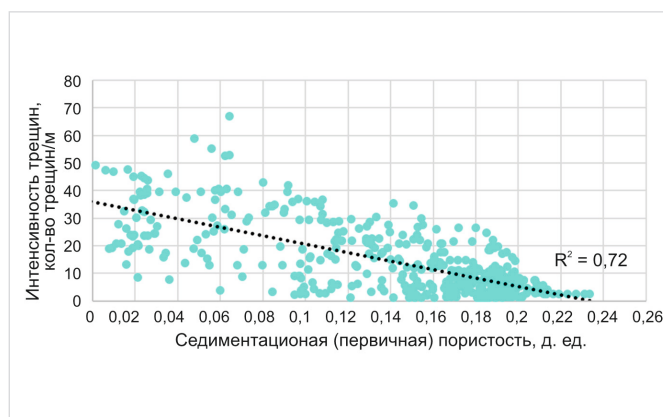


Рис. 13. График зависимости интенсивности стилолитовых трещин от седиментационной (первичной) пористости пород (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)

Fig. 13. Cross-plot of the stylolite fractures intensity dependence on the rocks sedimentation (primary) porosity (compiled by Shaburova M.E., 2024)

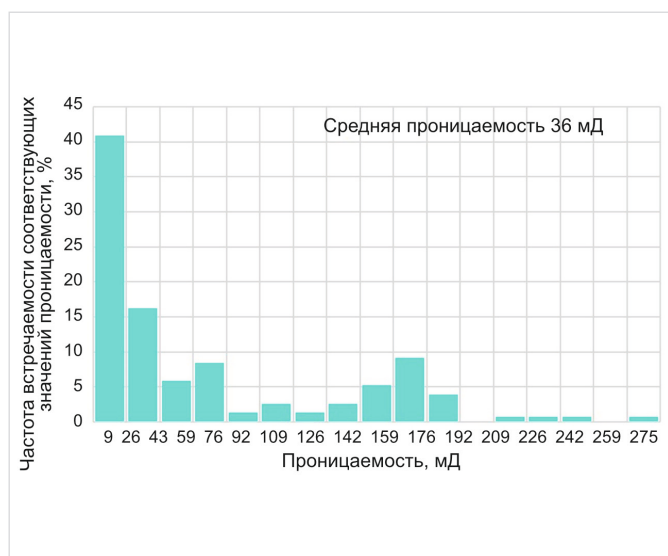


Рис. 14. Гистограмма распределения проницаемости по всему продуктивному пласту в отложениях гжельского яруса верхнего карбона (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)

Fig. 14. Histogram of the permeability distribution throughout the productive formation in the deposits of the Gzhel layer of the Upper carboniferous (compiled by Shaburova M.E., 2024)



Рис. 15. Гистограмма распределения проницаемости в интервалах со стилолитовыми и литогенетическими трещинами в продуктивных отложениях гжельского яруса верхнего карбона (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)

Fig. 15. Histogram of the permeability distribution in the intervals with stylolite and lithogenetic fractures in the productive deposits of the Gzhel layer of the Upper carboniferous (compiled by Shaburova M.E., 2024)

нефти и газа сложного типа. Л.: ВНИГРИ, 1989. 102 с.

8. Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. М. РГУ, 1999. 285 с.
9. Белоновская Л.Г., Булач М.Х., Гмид Л.П. Роль трещиноватости в формировании емкостно-фильтрационного пространства сложных коллекторов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2007. Т. 2. 18 с. URL: <https://ngtp.ru/rub/8/030.pdf> (дата обращения: 24.08.2024).
10. Nelson R.A. Geologic analysis of naturally fractured reservoirs. United States of America: Elsevier, 2001, 332 p. (In Eng).
11. Занин Ю.Н. К вопросу о происхождении и размещении стилолитов в карбонатных породах // Геология и геофизика. 1960. Т. 1. № 11. С. 98–101. URL: <http://www.ipgg-sbras.ru/science/publications/article-journal-k-voprosu-o-proiskhozhdenii-i-razmeschenii-stilolitov-1960-000248> (дата обращения: 24.08.2024).
12. Грошкова Н.Ю., Кузнецов В.Г., Пименов Ю.Г., Сухы В. Влияние стилолитобразования на коллекторские свойства карбонатных пород // Геология нефти и газа. 1985. № 7. С. 50–54. URL: <http://www.geolib.ru/OilGasGeo/1985/07/Stat/stat13.html> (дата обращения: 24.08.2024).

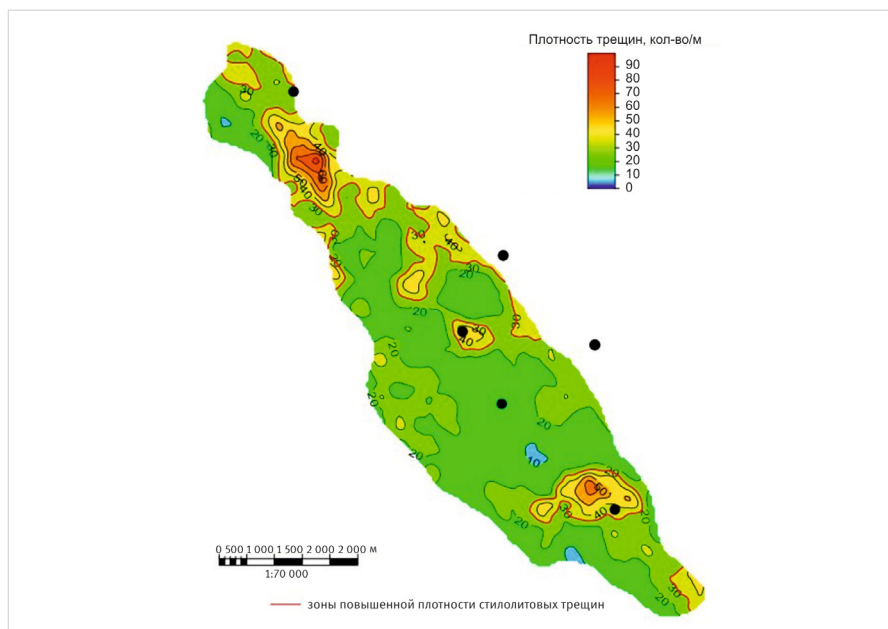


Рис. 16. Карта плотности стилолитовых трещин в нефтенасыщенном интервале нижнего продуктивного пласта (составлено Шабуровой М.Е., 2024 г.)

Fig. 16. A map of the stylolite fractures density in the oil-saturated interval of the lower productive formation (compiled by Shaburova M.E., 2024)

ENGLISH

Results

As a result of the study, a structural and genetic classification of reservoir rocks was carried out and their filtration-capacitance properties were evaluated; fractures were classified; their geometric characteristics and patterns of spatial distribution were determined; the relationship of fractures with density and filtration-capacitance characteristics of productive layers was analyzed; a model of the density of stylolite fractures was constructed.

Conclusions

The structural and genetic classification of reservoir rocks, analysis of the structure of the void space and patterns of changes in filtration

and capacitance properties, as well as their relationship with fractures of rocks, allowed us to establish that zones of improved filtration and capacitance properties in low-capacity upper carboniferous reservoirs, promising for further commissioning, are associated with the intervals of formation of stylolite and lithogenetic fractures are associated with them. Taking into account the presence of patterns of propagation of such fractures by area and section, a model of the density of stylolite fractures was constructed and a forecast of the development of associated zones of increased productivity was given.

References

1. Zhuravljov V.A., Korago E.A., Kostin D.A., Zujkova O.N. et al. State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). North Kara-Barents Sea series. Sheet R-39.40 – o. Kolguev Strait. Kara Gate. Explanatory letter. SPb.: Kartograficheskaja fabrika VSEGEI, 2014, 405 p. (In Russ).
2. Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Classifications of Carbonate Rocks, 1961, P. 108–121. (In Eng).
3. Embry A.F. A late devonian reef tract on northeastern Banks Island. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Vol. 19, issue 4, 1971, P. 730–781. (In Eng).
4. Shaburova M.E., Orlov N.N. Allocation of improved filtration and reservoir properties zones using the example of an oil field in the Timan-Pechora oil and gas province. Exposition Oil Gas, 2024, issue 4, P. 16–21. (In Russ).
5. Bagrinцева K.I., Dmitrievskij A.N., Bochko R.A. Atlas of carbonate reservoirs of oil and gas fields of the East European and Siberian platforms. Moscow: RGGU, 2003, 264 p. (In Russ).
6. Smekhov E.M. Theoretical and methodological foundations of the search for fractured reservoirs of oil and gas. Leningrad: Nedra, 1974, 200 p. (In Russ).
7. Methodological recommendations for the study and forecast of oil and gas reservoirs of a complex type. Leningrad: VNIГRI, 1989, 102 p. (In Russ).
8. Bagrinцева K.I. Conditions of formation and properties of carbonate reservoirs of oil and gas]. Moscow: RGGU, 1999, 285 p. (In Russ).
9. Belonovskaya L.G., Bulach M.H., Gmid L.P. The role of fracturing in the formation of the reservoir filtration space of complex collectors. Neftgazovaya geologiya. Teoriya i praktika, 2007, Vol. 2. 18 p., URL: <https://ngtp.ru/rub/8/030.pdf> (accessed: 24.08.2024). (In Russ).
10. Nelson R.A. Geologic analysis of naturally fractured reservoirs. United States of America: Elsevier, 2001, 332 p. (In Eng).
11. Zанин Ю.Н. On the question of the origin and placement of stylolites in carbonate rocks. Geologiya i geofizika, 1960, Vol. 1, issue 11, P. 98–101. URL: <http://www.ipgg-sbras.ru/science/publications/article-journal-k-voprosu-o-proiskhozhdenii-i-razmeschenii-stilolitov-1960-000248> (accessed: 24.08.2024). (In Russ).
12. Groshkova N.Yu., Kuznecov V. G., Pimenov Yu.G., Suhy V. The influence of stylolite formation on reservoir properties of carbonate rocks. Oil and gas geology, 1985, issue 7, P. 50–54. URL: <http://www.geolib.ru/OilGasGeo/1985/07/Stat/stat13.html> (accessed: 24.08.2024). (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Шабурова Мария Евгеньевна, руководитель направления, Группа компаний «Газпром нефть», Санкт-Петербург, Россия
Для контактов: maria_shaburova@mail.ru

Shaburova Mariya Evgenievna, head of division, “Gazprom Neft” Company Group, Saint-Peterburg, Russia
Corresponding author: maria_shaburova@mail.ru