

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И НЕФТЕНОСНОСТЬ ИЗВЕСТНЯКОВ ЧЕРЕПЕТСКОГО ГОРИЗОНТА ТУРНЕЙСКОГО ЯРУСА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН© 2016 Э.Р. Бариева¹, Э.А. Королёв², Д.И. Петрова²¹Казанский государственный энергетический университет²Институт геологии и нефтегазовых технологий Казанского федерального университета

Статья поступила в редакцию 11.12.2015

Проведено изучение карбонатных нефтяных коллекторов черепетского горизонта турнейского яруса Республики Татарстан. Установлено, что в разрезе черепетского горизонта переслаиваются три основных литологических типа известняков: биокластовые зоогенные, фито-зоогенные и фитогенные. Первые два литотипа пород являются нефтенасыщенными коллекторами, третий – относится к породам-флюидоупорам. Известняки черепетского горизонта содержат неоднородный по составу водонефтяной флюид. В кровле структурного подразделения нефть обогащена легкими и средними фракциями углеводородов, в подошве – тяжелыми, с существенной примесью пластовой воды. Подобная тенденция свидетельствует о перспективности освоения лишь верхней части черепетского горизонта, не испытавшей процесс естественного заводнения.

Ключевые слова: черепетский горизонт, породы-коллекторы, нефть.

Карбонатные отложения турнейского яруса на территории Республики Татарстан являются регионально нефтеносными. По запасам нефти они занимают второе место после девонских песчаников. Залежи нефти локализованы в известняках кизеловского, черепетского и нерасчлененного упино-малевского горизонтов [1, 4]. Из всех вышеназванных структурных подразделений наиболее проблемным с точки зрения нефтеизвлечения являются карбонатные породы черепетского горизонта. Это обусловлено с одной стороны их относительно невысокой пористостью, с другой – наличием в них высоковязких нефтей [2, 3]. Подобные особенности черепетского горизонта заставляют более ответственно подходить к изучению геологического строения локализованных в них нефтяных залежей.

В рамках решения этой проблемы были проведены детальные литолого-петрофизические исследования известняков черепетского горизонта нефтеносных разрезов восточного борта Мелекесской впадины и западного склона Южно-Татарского свода. Исследования включали в себя макроскопическое описание кернов скважин, отбор наиболее представительных образцов различных литологических типов карбонатных пород, их оптико-микроскопическое, рентгено-

графическое и термическое изучение.

Согласно результатам макроскопического описания кернового материала, в разрезах черепетского горизонта переслаиваются слои трех литогенетических типов карбонатных пород: известняки биокластовые зоогенные, известняки биокластовые фито-зоогенные и известняки биокластовые фитогенные. Сверху вниз по разрезам закономерно уменьшается содержание биокластовых зоогенных известняков при уменьшении мощности их слоев и увеличивается доля известняков биокластовых фитогенных. В соответствие с этим меняется и характер нефтенасыщенности пород. Если в кровле черепетского горизонта нефтенасыщенность карбонатных слоев в основном равномерная, то по мере приближения к средней части стратиграфического подразделения нефтяная насыщенность меняется сначала на неравномерно-полосчатую, затем на неравномерно-пятнистую, ближе к подошве горизонта нефтенасыщенность отсутствует.

Известняки биокластовые зоогенные характеризуются равномерной нефтенасыщенностью, однородной темно-коричневой окраской, равномерной кавернозностью (рис. 1). Под микроскопом структура пород комковатая, текстура – массивная, участками пятнистая. Известняки на 85-90% сложены органическими остатками, на 10-15% – цементирующим их материалом. Органические остатки средним размером 0,1-0,25 представлены в основном комковатыми микрочастицами агрегатами сфероидальной формы, в меньшей степени водорослевым детритом и гранулированными раковинами фораминифер.

Бариева Энза Рафаиловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Инженерная экология и рациональное природопользование». E-mail: enzab143@mail.ru

Королёв Эдуард Анатольевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Общая геология и гидрогеология». E-mail: Edik.Korolev@kpfu.ru

Петрова Дарья Ивановна, магистр кафедры «Общая геология и гидрогеология».

Органические остатки сцементированы кальцитовым цементом. Цемент порового типа, по структуре тонко-мелкозернистый. Аутигенные минералы представлены единичными агрегатами пирита размером до 0,1 мм, метасоматически замещающие кальцит цемента. Известняки содержат 10-15% пор. Поры межформенные, сообщающиеся, размером 0,05-0,25 мм, выполнены углеводородами.

Известняки биокластовые фитозоогенные характеризуются неравномерно-полосчатой нефтенасыщенностью, темно-коричневой окраской с многочисленными светло-серыми прослойками плотных пород (см.рис 1). Под микроскопом структура пород комковато-детритовая, текстура – пятнисто-полосчатая за счет неравномерной пористости и нефтенасыщенности. Известняки на 85-90% сложены органическими остатками, на 10-15% – цементирующим их материалом. Органические остатки средним размером 0,1-0,25 представлены в основном комковатыми микрозернистыми агрегатами сфероидальной формы и сильно перекристаллизованным водорослевым детритом, в меньшей степени фрагментами кораллов, криноидей и раковин брахиопод и фораминифер. Органические остатки сцементированы кальцитовым цементом. Цемент порового типа, в плотных участках является цементом выполнения, по структуре тонко-мелкозернистый. Аутигенные минералы представлены единичными агрегатами пирита размером до 0,1 мм. Известняки содержат

8-12% пор. Поры межформенные, сообщающиеся, размером 0,01-0,1 мм, неравномерно распределены в объеме пород.

Известняки биокластовые фитогенные характеризуются плотным сложением, преобладанием светло-серой окраски с редкими темно-коричневыми выпотами нефти, наличием многочисленных, черных, нитевидных углисто-глинистых слойков (рис. 1). Под микроскопом структура пород водорослево-детритовая, текстура – пятнистая за счет неравномерной перекристаллизации структурных элементов. Известняки на 90% сложены органическими остатками, на 10% – цементирующим их материалом. Органические остатки средним размером 0,1-0,25 представлены в основном сильно перекристаллизованным водорослевым детритом, в меньшей степени комковатыми микрозернистыми агрегатами сфероидальной формы, фрагментами криноидей, раковинами брахиопод и фораминифер. Органические остатки сцементированы кальцитовым цементом. Цемент порового типа, преимущественно выполнения, по структуре тонкозернистый. Аутигенные минералы представлены единичными агрегатами пирита размером до 0,1 мм. Известняки содержат до 5% пор. Поры межформенные, субкапиллярной размерности.

Прямые методы определения емкостно-фильтрационных свойств (ФЕС) известняков черепетского горизонта показали соответствие результатов особенностям строения различных литологических

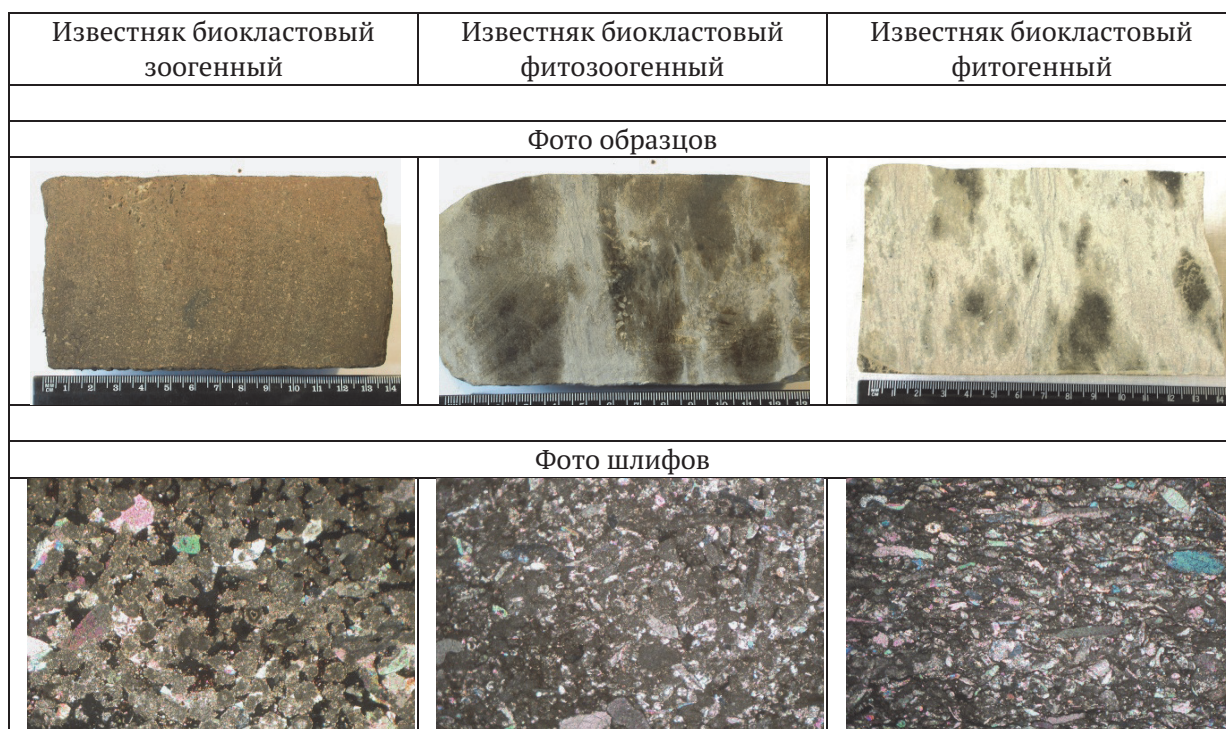


Рис. 1. Фото образцов и шлифов различных литогенетических типов карбонатных пород черепетского горизонта

Таблица. Петрофизические свойства карбонатных пород черепетского горизонта

| Литотип породы | Открытая пористость, % | Остаточная нефтенасыщенность, % | | Проницаемость, мД | |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | по массе | к объему пор | ⊥ оси керна | оси керна |
| Известняки биокластовые зоогенные | 8,35 – 15,42 среднее 10,05 | 0,55 – 1,71 среднее 1,24 | 19,24 – 47,04 среднее 32,86 | 0,34 – 33,77 среднее 3,86 | 0,29 – 25,55 среднее 2,74 |
| Известняки биокластовые фитозоогенные | 1,16 – 12,15 среднее 8,24 | 0,08 – 1,58 среднее 0,93 | 9,29 – 47,09 среднее 28,84 | 0,0 – 23,66 среднее 2,89 | 0,0 – 15,06 среднее 2,19 |
| Известняки биокластовые фитогенные | 0,31 – 5,26 среднее 1,97 | 0,0 – 0,95 среднее 0,17 | 0,0 – 40,53 среднее 11,56 | 0,0 – 1,36 среднее 0,38 | 0,0 – 1,61 среднее 0,37 |

типов карбонатных пород. Так, биокластовые зоогенные известняки, характеризующиеся равномерной нефтенасыщенностью, обладают наилучшими показателями ФЕС, несколько худшими показателями отличаются биокластовые фитозоогенные известняки и совсем плохими – биокластовые фитогенные известняки (табл.).

В целях изучения состава нефти был проведен термический анализ ряда нефтесодержащих известняков черепетского горизонта. Анализ выполнялся на приборе NETZSCH STA 499F3. Интервал обжига задавался в диапазоне температур от 30 до 1000°C с шагом нагревания 10 градусов в минуту. Согласно литературным данным [5] термоокислительная деструкция углеводородов в породе начинается в области температур 150-200°C и заканчивается при 600-650°C. Потери массы в этом диапазоне соответствует содержанию в известняках органического вещества нефтяного ряда. Учитывая различную температуру кипения легких и тяжелых углеводородов, можно с высокой точностью определять их содержание в нефтенасыщенных образцах. По кривым ДТА и ДТГ легкие и средние фракции выделяются по экзотермическому эффекту в температурной области 150-400°C, тяжелые фракции – по экзотермическому эффекту в области 400-650°C.

Согласно полученным данным в составе нефти черепетского горизонта соотношение легких и тяжелых фракций углеводородов варьирует в широких пределах. Причем в пластах-коллекторах, залегающих в кровле стратиграфического подразделения, преобладают легкие углеводороды, а в его средних частях и в подошве – тяжелые углеводороды. При этом сверху вниз содержание тяжелых фракций в составе нефти непрерывно увеличивается. Одновременно возрастает и доля

адсорбционной воды. В совокупности все это свидетельствует об интенсивном протекании здесь процессов химического окисления нефти.

Учитывая выше изложенное, можно сделать следующие выводы:

1. В отложениях турнейского яруса продуктивными являются прослойки биокластовых зоогенных и фитозоогенных известняков, залегающих в кровле черепетского горизонта. Разделяющие их биокластовые фитогенные известняки, по своим емкостно-фильтрационным свойствам, относятся к породам-флюидоупорам. Мощности эффективных прослоев составляют от 0,6 до 2,5 м, постепенно уменьшаясь от кровли к подошве отложений черепетского горизонта.

2. Нефти в породах-коллекторах черепетского горизонта в различной степени претерпели процессы окисления, вызванные естественным обводнением пластов. Сверху вниз по разрезам в нефтяных залежах последовательно увеличивается доля тяжелых фракций углеводородов и адсорбционной воды.

3. При проектировании системы разработки условно массивных нефтяных залежей черепетского горизонта следует учитывать их весьма неоднородное геологическое строение, обусловленное как различными емкостно-фильтрационными свойствами пластов-коллекторов, так и неравномерным их обводнением по разрезам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные типы карбонатных коллекторов турнейского яруса Республики Татарстан / *Е.А. Козина, Э.А. Королев, В.П. Морозов, С.Н. Пикалев* // Нефтегазовое дело. 2005. Т.3. С. 9-16.
2. Зависимость состава и подвижности нефти в карбонатных породах от их пористости и проницаемости / *Э.А. Королев, А.А. Ескин, В.П. Морозов, А.Н. Кольчугин, И.Н. Плотникова, Н.В. Пронин, Ф.Ф.*

- Носова // Нефтяное хозяйство. 2013. № 6. С. 32-33.
3. Королев Э.А., Морозов В.П., Кольчугин А.Н. Особенности строения и формирования нефтеносных карбонатных пород-коллекторов турнейского яруса Республики Татарстан // Нефтяное хозяйство. 2012. №3. С. 42-45.
4. Структура пустотного пространства карбонатных пород-коллекторов и ее связь с составом нефти / В.П. Морозов, И.Н. Плотникова, А.А. Ескин, Э.А. Королев, А.Н. Кольчугин, Н.В. Пронин // Георесурсы. 2014. №1(56). С. 35-37.
5. Топор Н.Д., Огородова Л.П., Мельчакова Л.В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. М.: Изд-во МГУ. 1987. 190 с.

LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND OIL-BEARING LIMESTONES OF THE CHEREPETSCKAYA HORIZON TOURNAISIAN TIER ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

© 2016 E.R. Barieva¹, E.A. Korolev², D.I. Petrova²

¹ Kazan State Power University

² Institute of Geology and Oil and Gas Technologies, Kazan Federal University

The study of the carbonate oil reservoirs of the Cherepetskaya horizon tournaisian tier of the Republic of Tatarstan. It is established that in the context of the Cherepetskaya horizon beds are intercalated three main lithological types of limestones: biocentive zoogenic, phyto-zoogenic and phytogenic. The first two lithotype rocks are oil-saturated reservoirs, and the third refers to rocks of the confining beds. Limestone Cherepetskaya horizon contain heterogeneous composition of water-fluid. At the top of the structural unit of oil enriched with light and medium fractions of hydrocarbons at the bottom - heavy, with a substantial admixture of produced water. This trend indicates the prospects of development of only the upper part of the horizon Cherepetskaya not experienced the process of natural flooding.

Keywords: Cherepetskaya horizon, container rock, oil.

Enza Barieva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the the Engineering Ecology and Rational Environmental Management Department.

E-mail: enzab143@mail.ru

Eduard Korolev, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Head at the General Geology and Hydrogeology Department.

E-mail: Edik.Korolev@kpfu.ru

Daria Petrova, Master at the General Geology and Hydrogeology Department.