

способствовала активному проявлению постседиментационных процессов: выщелачиванию, перекристаллизации и доломитизации, при этом их седиментационная и диagenетическая пористость увеличивалась. Полезная емкость данных литотипов обусловлена межкристаллическими, остаточными порами и пустотами выщелачивания, а высокая проницаемость часто связана с более низкопористыми, но хрупкими породами, для которых характерно широкое распространение трещиноватости. Следует отметить, что и в данных литотипах пород активно проявились вторичные процессы сульфатизации и засоления, что местами заметно снизило первично высокие значения их пористости и проницаемости.

В целом изучение вторичных процессов проводилось для установления закономерностей и особенностей распространения пород с повышенными емкостными и фильтрационными свойствами, с которыми может быть непосредственно связан определенный нефтегазопромысловый и нефтепромысловый интерес. Результаты данных исследований могут быть использованы для более эффективного освоения нефтегазовых запасов и ресурсов северо-восточной части Непско-Ботуобинской антеклизы.

Литература

1. Китаева, И. А. Типы и генезис фильтрационно-емкостного пространства пород-коллекторов нижнекембрийских карбонатных отложений юго-западного склона Непско-Ботуобинской антеклизы : дис. ... канд. геол.-минерал. наук : 25.00.06 / И. А. Китаева. – М., 2020. – 179 с.
2. Лемешко, М. Н. Литолого-геохимические критерии локализации карбонатных коллекторов усть-кутского нефтеносного горизонта центральных районов Непско-Ботуобинской антеклизы : дис. ... канд. тех. наук : 25.00.16 / М. Н. Лемешко. – Томск, 2016. – 156 с.
3. Махнач, А. А. Постседиментационные изменения межсолевых девонских отложений Припятского прогиба / А. А. Махнач. – Минск : Наука и техника, 1980. – 198 с.

УДК 552.541

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ КАРБОНАТНЫХ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

С. А. Севастьянова

*Российский государственный университет нефти и газа
имени И. М. Губкина, г. Москва*

Территория Тимано-Печорской провинции характеризуется сложным геологическим строением, что влечет за собой необходимость рассматривать природные резервуары как комплексные объекты, разные части которых имеют различные фильтрационно-емкостные характеристики. В результате исследования были установлены закономерности пород-коллекторов задонского горизонта на территории юга Денисовской впадины и сделан прогноз их распространения.

Ключевые слова: Денисовская впадина, задонский горизонт, карбонатная порода, коллектор, природный резервуар, литолого-фациальный анализ, анизотропия проницаемости.

STUDY OF LITHOLOGICAL HETEROGENEITY OF CARBONATE NATURAL RESERVOIRS IN THE TIMAN-PECHORA PROVINCE

S. A. Sevastyanova

Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow

The territory of the Timan-Pechora province is characterized by a difficult geological structure, which entails the need to consider natural reservoirs as complex objects, various parts of which have different reservoir characteristics. As a result of the study, development patterns and a forecast of areal extent were made for the reservoir rocks of the Zadonsky horizon in the south of the Denisovskaya depression.

Keywords: Denisovskaya depression, Zadonsky horizon, carbonate reservoir rock, natural reservoirs, lithofacies analysis, permeability anisotropy.

Объектом исследования являлись верхнедевонские карбонатные отложения, приуроченные к югу Денисовской впадины. Целью проекта было проведение литологического исследования и оценка геологической неоднородности задонских пород-коллекторов. В ходе работы были решены следующие задачи: детальное изучение литологического состава верхнедевонских отложений, оценка влияния вторичных процессов на фильтрационно-емкостные характеристики пород, типизация коллекторов и характеристика их коллекторских свойств, оценка анизотропии проницаемости задонских отложений, а также был сделан прогноз зон развития пород-коллекторов по результатам литологических и петрофизических исследований.

В описываемом разрезе было выделено двенадцать основных литотипов и дана характеристика их пустотного пространства, что позволило определить фациальную приуроченность исследуемых разрезов и сделать прогноз локализации наиболее перспективных участков рассматриваемого месторождения. Для решения поставленных задач использовался керновый материал по трем скважинам, отобранный из продуктивных верхнедевонских отложений, привлечены литолого-петрографические, петрофизические и геофизические материалы.

Отложения задонского горизонта на исследуемой территории представлены преимущественно плотными и пористыми разностями известняков строматопорово-водорослевых, комковатых и интракластово-комковатых, в меньшем количестве присутствуют доломиты разнокристаллические [1].

Основными вторичными процессами в изучаемых отложениях являются кальцитизация, доломитизация, выщелачивание, перекристаллизация и трещинообразование. Достаточно четко было прослежено влияние первых трех процессов. Кальцитизация представлена практически повсеместно и оказывает преимущественно отрицательное влияние на коллекторские свойства – пустотное пространство заполнилось несколькими генерациями кальцита, в результате чего пористость и проницаемость пород значительно снизились. Процесс доломитизации также выявлен практически повсеместно, однако он не оказывает значительного влияния на фильтрационно-емкостные характеристики, так как затрагивает преимущественно каркас породы. В результате выщелачивания пористость и проницаемость отложений были значительно увеличены, что выражается в наличии значительного числа пор и каверн [2].

При помощи литологических, петрофизических методов и методов геофизического исследования скважин была проведена оценка генетических типов пустотного пространства пород-коллекторов. В исследуемом разрезе были выделены следующие типы коллекторов: поровый, порово-каверновый, трещинно-порово-каверновый, тре-

щинно-поровый и трещинный. Наиболее распространенным типом коллектора является порово-каверновый.

Наилучшими фильтрационно-емкостными характеристиками обладает порово-каверновый тип коллекторов, представленный известняками комковато-водорослевыми (грейнстоунами) с элементами структуры баундстоунов и разностями известняков строматопорово-водорослевых. Среднее значение пористости таких пород составляет около 8 %, а проницаемости – 71,5 мД. Такие высокие коллекторские свойства, вероятно, связаны с породами, обладавшими повышенной первичной пористостью, которая впоследствии возросла за счет активного процесса выщелачивания.

Исследование анизотропии проницаемости пород проводилось на образцах полноразмерного керна по трем направлениям. В результате чего можно сделать вывод, что горизонтальная проницаемость во всех типах коллекторов закономерно превышает вертикальную. Латеральная анизотропия проницаемости обнаружена только в порово-каверновом типе коллектора (коэффициент корреляции (R^2) составляет 0,02). Анизотропия проницаемости в вертикальном направлении отмечается в трещинно-поровом ($R^2 = 0,03$), порово-каверновом ($R^2 = 0,13$), трещинном ($R^2 = 0,33$) и поровом ($R^2 = 0,67$). В них показатели превышения горизонтальной проницаемости над вертикальной составляют в среднем в порово-каверновом типе в 7,1 раз, в трещинно-поровом типе в 17,8 раз, в поровом – в 24,7 раз, а в трещинном достигает 83 раз (рис. 1).

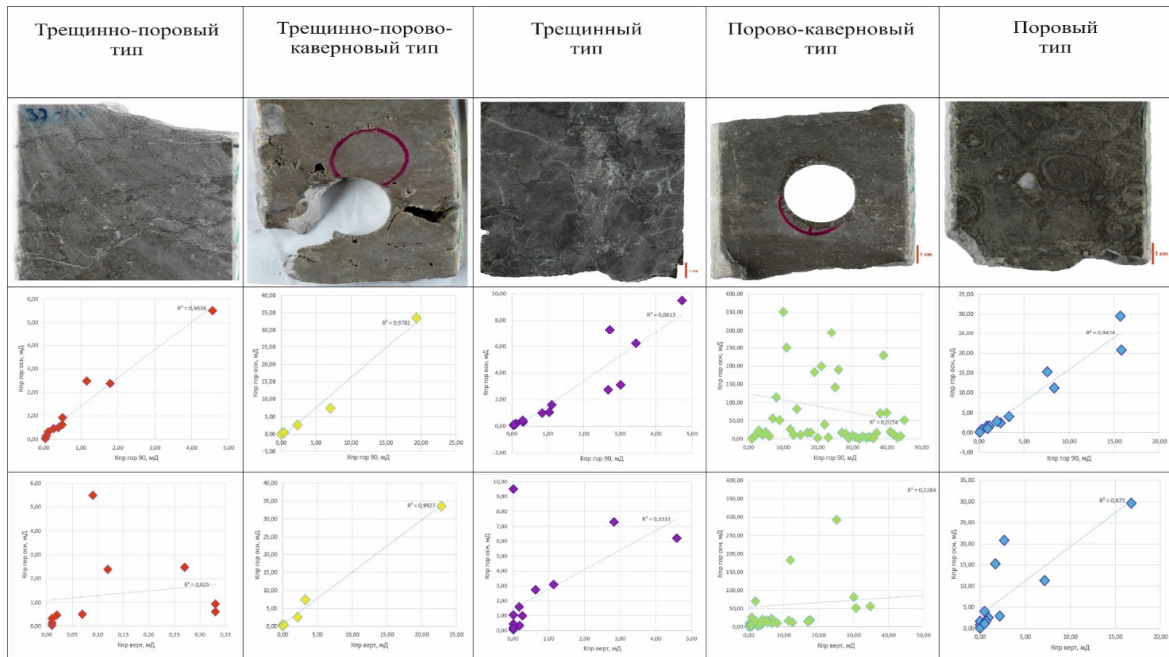


Рис. 1. Сопоставление величин проницаемости пород-коллекторов различного типа в горизонтальном и вертикальном направлениях

Проведенные исследования позволили установить, что наиболее высокие значения фильтрационно-емкостных характеристик связаны с известняками комковато-водорослевыми (грейнстоунами) с элементами структуры баундстоунов, известняками строматопорово-водорослевыми и известняками строматолитоподобными. Все вышеперечисленные литотипы обладают порово-каверновым типом коллектора.

Данный тип коллектора преимущественно связан с ядерной частью органогенной постройки. В зарифовых фациях преобладают другие типы коллекторов: трещинный и трещинно-поровый. На основе полученных данных была построена схема распространения наиболее перспективных участков исследуемого объекта, приуроченных к ядру органогенной постройки.

В ходе работы было выяснено, что исследуемый резервуар отличается высокой степенью геологической неоднородности, обусловленной чередованием в его объеме пород с различными типами коллекторов, обладающих разными фильтрационно-емкостными свойствами. Выявленные закономерности пространственного распределения пород-коллекторов и результаты оценки их коллекторских свойств могут быть учтены при построении геологической и гидродинамической моделей рассмотренного объекта, подсчете запасов нефти, оптимизации процесса разработки, в том числе при заложении новых эксплуатационных скважин.

Литература

1. Кузнецов, В. Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение : учеб. пособие для вузов / В. Г. Кузнецов. – М. : Недра-Бизнесцентр, 2007. – 511 с.
2. Кузнецов, В. Г. Природные резервуары нефти и газа карбонатных отложений / В. Г. Кузнецов. – М. : Недра, 1992. – 240 с.

УДК 622.276

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДХОДОВ В РАЗРАБОТКЕ КОЛЛЕКТОРОВ НЕТРАДИЦИОННОГО ТИПА В РУП «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «БЕЛОРУСНЕФТЬ»

А. О. Цыганков, А. А. Кудряшов

*БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»,
г. Гомель*

Представлен опыт РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» в разработке нефтенасыщенных низкопроницаемых отложений нетрадиционного типа на примере I–III пачек Речицкого месторождения. Выделены три этапа разработки объекта исследований, включающие опережающее бурение, заложение горизонтальных добывающих скважин на основании результатов комплексных лабораторных исследований, а также первые попытки проведения работ по повышению нефтеотдачи.

Ключевые слова: нетрадиционный коллектор, нефтематеринские отложения, низкопроницаемые отложения.

IMPROVEMENT OF UNCONVENTIONAL RESERVOIRS DEVELOPING IN PA BELORUSNEFT

A. Tsygankov, A. Kudryashov

BelNIPIneft RUE “Production Association “Belorusneft”, Gomel

The article presents the experience of PA "Belorusneft" in the development of oil-saturated low-permeability deposits of an unconventional type on the example of I–III units of the Rechitskoye field. Three stages of development of the object of study are identified, including advanced drilling, building of horizontal production wells based on the results of complex laboratory studies and the first attempt for enhanced oil recovery.

Keywords: unconventional reservoir, oil source rocks, low-permeability deposits.