

# Влияние эрозионно-карстовых процессов на литологическую характеристику продуктивных пластов бобриковско-турнейского нефтесодержащего резервуара

Р.Р. Харитонов<sup>1</sup>, Ю.М. Арефьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОАО «Татнефтепром-Зюзеевнефть, Мамыково, Россия

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия

Эрозионно-карстовые процессы на поверхности турнейской суши, образовавшейся вследствие регрессии девонско-турнейского моря, привели как к значительной морфологической переработке турнейского палеорельефа, так и к формированию в условиях позднерадаевско-бобриковской трансгрессии песчаных линз с вторичным глинисто-карбонатным цементом при преобладании карбонатной составляющей. На примере двух соседних скважин показано, что песчаники с обильным глинисто-карбонатным цементом при интерпретации ГИС могут приниматься за карбонатные породы-коллектора, если не учитывать значения таких факторов, как повышенное содержание кальция в морской воде радаевско-бобриковского бассейна и углекислоты в атмосфере нижнекаменноугольного времени, которые обусловили развитие карбонатного цемента у визейских песчаников и вторичную кальцитизацию турнейских пород.

**Ключевые слова:** эрозионно-карстовые процессы, врез, пласты-коллекторы, нефтенасыщенность, корреляция разрезов, глинисто-карбонатный цемент, карбонатные и терригенные породы.

**DOI:** 10.18599/grs.18.2.3

**Для цитирования:** Харитонов Р.Р., Арефьев Ю.М. Влияние эрозионно-карстовых процессов на литологическую характеристику продуктивных пластов бобриковско-турнейского нефтесодержащего резервуара. *Георесурсы*. 2016. Т. 18. № 2. С. 94-97. DOI: 10.18599/grs.18.2.3

Карстовые процессы в настоящее время широко распространены на той части земной поверхности, которая сложена карстующимися породами – известняками, доломитами, гипсами (Гвоздецкий, 1954). Результатами этих процессов являются весьма своеобразные формы рельефа, которые можно наблюдать в разных географических и климатических поясах (Испания, Австрия, Крым, Китай, Австралия и др.).

Не менее широкое распространение эти коррозийные процессы имели в прошедшие геологические эпохи. Недооценка их роли в создании как скульптурных форм палеорельефа, так и пустотного пространства карстующихся пород может привести к ошибочным практическим последствиям. Примером тому является сопоставление нижнекаменноугольных разрезов двух скважин (№№ 2345 и 2507) на Зюзеевском месторождении. Скважины располагаются в 300 м друг от друга в центральной части брахиантиклинального поднятия III порядка по кровле тульского горизонта, которое контролирует залежи нефти в карбонатных по составу породах-коллекторах турнейского яруса и в терригенных породах (песчаниках, алевролитах) визейского яруса, а также в среднекаменноугольных интервалах разреза – в башкирских и верейских отложениях.

Современные формы турнейской поверхности Зюзеевского поднятия, по нашему мнению, были созданы в результате эрозионно-карстовых процессов, протекавших на турнейской суше в елховско-раннерадаевское время. Денудационно-коррозийные процессы оказали также значительное, хотя и опосредованное влияние на характер радаевско-бобриковских терригенных пород, заполнивших посттурнейские «врезы» на поднятии, и тульских пород, перекрывших радаевско-бобриковскую толщу. Без учета этого фактора интерпретация разрезов соседних скважин по ГИС может оказаться весьма различной как по стратиграфическому, так и по литологическому содержанию, а также по характеру насыщенности пород-коллекторов.

По заключению ГИС в скважинах №№ 2345 и 2507 кровля тульского горизонта отбивается на близких абсолютных отметках – -1150,5 и -1156,2 м, соответственно (Рис. 1). Скважина № 2345 вскрыла визейский врез: радаевско-бобриковские терригенные породы в ее разрезе залегают на размытой поверхности заволжского горизонта фаменского яруса верхнего девона, т.е. турнейские отложения в районе скважины денудированы в полном объеме. Толщина визейского комплекса пород – 78,6 м. В скважине выделены нефтенасыщенные пласты-коллекторы: тульский Стл-4 в кровле горизонта, Сбр-3, Сбр-2, сливающийся с пластом Сбр-1, и во врезе – серия линз песчаников, объединяемых в пласт Сбр-1. Пласты-коллекторы подстилаются и перекрываются пачками аргиллитов толщиной 2,5-15 м.

В скважине № 2507 кровля турнейских отложений в заключении ГИС проведена на глубине 1331,2 м (абсолютная отметка – 1199 м) по «традиционному» признаку: снижению значений ГК и повышению значений НГК на границе «глинистые породы-известняки» и показаниям кавернограммы на этом уровне. Однако в скважине пачки глинистых пород прослеживаются ниже по разрезу в интервалах 1350,4-1354,4 м, 1362,6-1365,2 м, 1367,4-1371,2 м, т.е. в составе турнейских отложений. Выделенные между ними карбонатные прослои имеют пористость 23-23,8 %, 16,7-20 %, в интервале 1365,2-1367,4 м – 8,1 %; Удельное сопротивление пласта для этих интервалов составляет 8-16,8 Ом. По показателям пористости – это высокопористые породы-коллекторы, по значениям удельного сопротивления – породы водонасыщенные.

Из подобной интерпретации ГИС двух соседних скважин следует, что в скважине №2345 подошва общего нефтенасыщенного интервала находится на абсолютной от-



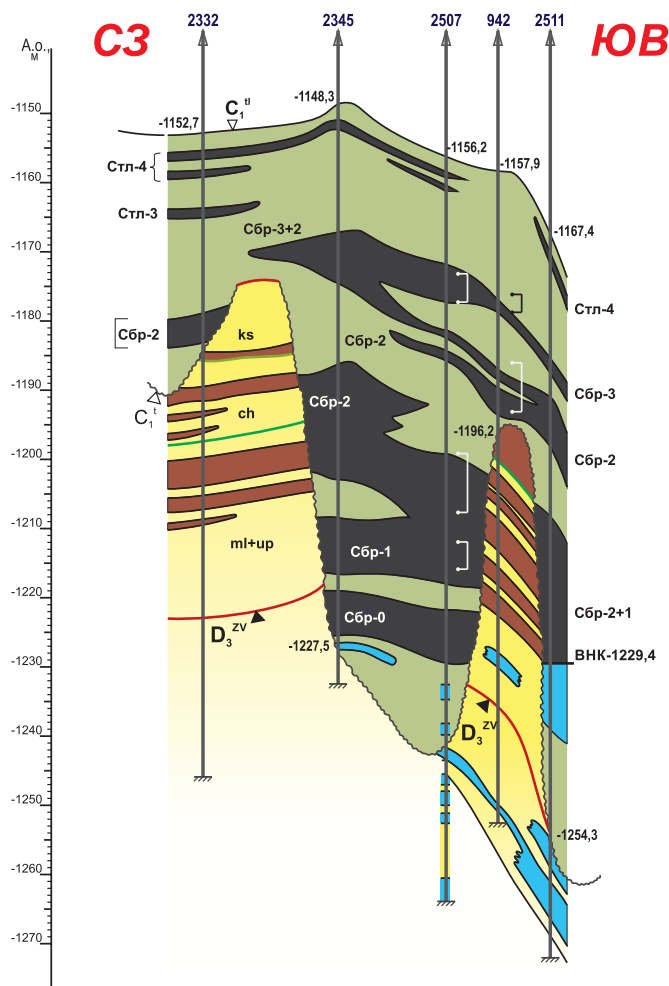


Рис. 2. Фрагмент схематического геологического профиля продуктивных нижнекаменноугольных отложений. Масштаб горизонтальный 1:10000, вертикальный 1:500.

водонасыщенность, либо – при значениях 12-15 Омм – остаточную или слабую нефтенасыщенность, тогда как для песчаников это показатель нефтенасыщенности при прочих равных условиях.

Таким образом, в разрезе скважины № 2507 в терригенной визейской толще выделяются пласты-коллекторы Стл-4, Сбр-3, Сбр-2 и серия пластов Сбр-1, нефтенасыщенных как и в соседних скважинах по профилю (Рис. 2).

О глинисто-карбонатном характере цемента песчаников в разрезе скважины № 2507 косвенно свидетельствуют также относительно невысокие значения коэффициента проницаемости по ГИС – 5,7-91,9 мкм<sup>2</sup>. Карбонатная составляющая цемента песчаников является вторичной по отношению к сформировавшимся ранее песчаным линзам. Пласты-коллекторы Сбр-1, частично Сбр-2, переслаивающиеся с аргиллитами и заполняющие «врезь», осаждались в относительно мелководных морских условиях, установившихся в пониженных участках материковой суши в результате первого цикла трансгрессии позднеэрадаевско-бобриковского моря. Воды этого моря содержали значительное количество растворенных соединений кальция, поступавших в них с размываемой и карстующейся турнейской суши, как и воды бобриковско-тульской морской трансгрессии, перекрывшего уже всю поверхность востока Русской платформы в ходе следующего цикла морской трансгрессии.

Кроме того, поступавшие в морской бассейн атмосферные воды содержали значительное количество углекислоты, а частые и обильные ливни смывали с поверхности турнейской суши – до перекрытия ее бобриковско-тульской трансгрессией – продукты ее разрушения – своего рода кору выветривания в карстовые долины и углубления. Все это придало своеобразный литолого-фациальный облик визейской терригенной толще, особенно во «врезях». Кора выветривания – нерастворимый остаток, обломки коренной породы-известняка («труха»), сцементированные осаждавшейся глинистой илистой массой, отмечается на поверхности турнейских отложений в ряде скважин (№№ 942, 2363, 2344 и др.). В скважине № 2507 в интервалах 1365,4-1367,4 м и 1370,4-1372 м залегают обвалы известняка с характерными для него значениями коэффициента пористости (8,1-8,3 %), которые подстилаются и перекрываются пачками аргиллитов. Аналогичные интервалы отмечаются в разрезах других скважин (№ 2511).

Построение геологической модели залежей на таком поднятии, как Зюзеевское, осложненного разнонаправленными и разной глубины «врезами» с линзами песчаников в визейской толще, должно основываться на корреляции разрезов соседних скважин, которая, в свою очередь, должна учитывать влияние эрозионно-карстовых процессов на показатели фильтрационно-емкостных свойств как визейских песчаников, так и сохранившихся от денудации турнейских пород, а также на данных опробования скважин.

Таким образом, формирование современного турнейского рельефа происходило в условиях регрессии турнейского морского бассейна и последовавшего косвинско-раннерадаевского перерыва в осадконакоплении, установившегося на Русской платформе (Иголкина и др., 1977). Этот рельеф создавался под действием эрозионно-карстовых процессов. Позднеэрадаевско-бобриковский и тульский циклы морской трансгрессии привели к восстановлению морской обстановки и отложению толщи терригенных пород – визейских аргиллитов и песчаников. Особенности физико-химического состава морских вод, обусловленные литологией разрушаемой дневной поверхности, вызвали вторичную кальцитизацию и глинизацию как визейских песчаников, так и карбонатных пород турнейского возраста.

## Литература

Гвоздецкий Н.А. Карст. М: Географгиз. 1954. 351 с.  
Иголкина Н.С., Кривская Т.Ю. Довизейский перерыв на Русской платформе. *Советская геология*. 1977. № 7. С. 71-78.

## Сведения об авторах

Руслан Радикович Харитонов – главный геолог  
ОАО «Татнефтепром-Зюзеевнефть». Россия, 423024,  
Республика Татарстан, Нурлатский район, с. Мамыково  
Тел: +7(84345) 4-14-15, e-mail: zuzeev@gmail.com

Юрий Михайлович Арефьев – старший научный сотрудник  
Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан  
Россия, 420087, Казань, ул. Даурская, д. 28

Статья поступила в редакцию 05.02.2016

## Influence of Erosion-karst Processes on Lithological Features of Productive Strata in Bobrikovian-Tournasian Oil Reservoir

R.R. Kharitonov<sup>1</sup>, Yu.M. Aref'ev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JSC «Tatneftprom-Zyuzeyevneft», Mamykovo, Russia

<sup>2</sup>Institute for problems of ecology and subsoil use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

**Abstract.** Erosion-karst processes on the surface of Tournasian land, formed as a result of regression of Devonian-Tournasian Sea, led to both significant morphological transformation of Tournasian paleorelief and formation in the Late Radaevskian-Bobrikovian transgression of sand lenses with secondary clay-carbonate cement with a predominance of carbonate component. On the example of two adjacent wells it is shown that sandstones with abundant clay-carbonate cement during logging interpretation may be taken for carbonate reservoir rocks, if factors are not taken into account such as increased calcium in seawater of Radaevskian-Bobrikovian basin and carbon dioxide in the atmosphere of Lower Carboniferous. They led to the development of carbonate cement in Viscaan sandstone and secondary calcitization in Tournasian rocks.

**Keywords:** erosion-karst processes, incision, reservoir, oil saturation, correlation of sections, clay-carbonate cement, carbonate and clastic rocks.

### References

Gvozdet'skiy N.A. Karst. Moscow: Geografiz Publ. 1954. 351 p. (In Russ.)

Igol'kina N.S., Krivskaya T.Yu. Dovizeyskiy pereryv na Russkoy platforme [Dovizeysky break on the Russian platform]. *Sovetskaya geologiya = Soviet Geology*. 1977. No. 7. Pp. 71-78. (In Russ.)

**For citation:** Kharitonov R.R., Aref'ev Yu.M. Influence of Erosion-karst Processes on Lithological Features of Productive Strata in Bobrikovian-tournasian Oil Reservoir. *Georesursy = Georesources*. 2016. V. 18. No. 2. Pp. 94-97. DOI: 10.18599/grs.18.2.3

### Information about authors

Ruslan R. Kharitonov – Chief Geologist  
JSC «Tatneftprom-Zyuzeyevneft». Russia, 423024,  
Tatarstan Republic, Nurlatsky district, Mamykovo village  
Phone: +7(84345) 4-14-15, e-mail: zuzeev@gmail.com

Yuriy M. Aref'ev – Senior Researcher  
Institute for problems of ecology and subsoil use of  
Tatarstan Academy of Sciences. Russia, 420087, Kazan,  
Daurskaya str., 28

Manuscript received February 05, 2016

УДК 553.982:550.834

## Прогноз фильтрационно-емкостных свойств продуктивных пластов на основании вейвлет-преобразования данных сейсморазведки

М.И. Саакян<sup>1</sup>, Р.С. Хисамов<sup>2</sup>, Р.А. Алексеев<sup>3</sup>, А.М. Чинарев<sup>3</sup>, Н.С. Гатиятуллин<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФБУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», Москва, Россия

<sup>2</sup>ПАО «Татнефть», Альметьевск, Россия

<sup>3</sup>Татарское геологоразведочное управление ПАО «Татнефть», Казань, Россия

<sup>4</sup>Казанский филиал ФБУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», Казань, Россия

Метод вейвлет-преобразования сейсмических данных в последнее десятилетие находит применение в исследовании резервуаров углеводородов. Разными авторами используются разные методики вейвлет-преобразования. Кроме методик, может варьироваться тип вейвлета и длительность (эффективная частота). Получается большое число возможных вариантов – сотни и тысячи. Авторами создана программа автоматического отбора лучших вариантов вейвлет-преобразования на основе пакета R Statistics. В качестве критерия отбора используется величина коэффициента корреляции между результатом вейвлет-преобразования сейсмических данных и пластовыми параметрами (толщина пласта, пористость, нефтенасыщенность и др.). Методика опробована на Баллаевском месторождении (Татарстан, Россия). Для лучших атрибутов построены регрессионные модели и получены прогнозные карты пластовых параметров.

**Ключевые слова:** сейсморазведка, вейвлет-преобразование, нефть, фильтрационно-емкостные свойства.

DOI: 10.18599/grs.18.2.4

**Для цитирования:** Саакян М.И., Хисамов Р.С., Алексеев Р.А., Чинарев А.М., Гатиятуллин Н.С. Прогноз фильтрационно-емкостных свойств продуктивных пластов на основании вейвлет-преобразования данных сейсморазведки. *Георесурсы*. 2016. Т. 18. № 2. С. 97-101. DOI: 10.18599/grs.18.2.4

Метод вейвлет-преобразования в последнее время находит себе широкое применение в различных областях науки и техники. Неполный список включает в себя раз-

личные инженерные задачи, физику и астрофизику, акустику, решение дифференциальных уравнений, моделирование турбулентности, распознавание речи, сжатие циф-