

## **ОЦЕНКА МАСШТАБОВ КАРБОНАТИЗАЦИИ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ**

### ***Петр Александрович Ян***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, зав. лабораторией седиментологии, тел. (383)333-23-03, e-mail: YanPA@ipgg.sbras.ru

### ***Людмила Галериевна Вакуленко***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории седиментологии, тел. (383)333-23-03, e-mail: VakulenkoLG@ipgg.sbras.ru

### ***Сергей Викторович Ершов***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, зав. лабораторией геологии нефти и газа арктических регионов Сибири, тел. (383)363-80-41, e-mail: ErshovSV@ipgg.sbras.ru

### ***Остан Дмитриевич Николенко***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, инженер лаборатории седиментологии, тел. (383)333-23-03, e-mail: NikolenkoOD@ipgg.sbras.ru

### ***Наталья Ивановна Шестакова***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, ведущий инженер лаборатории геологии нефти и газа арктических регионов Сибири, тел. (383)363-80-42, e-mail: ShestakovaNI@ipgg.sbras.ru

По результатам исследования кернового материала и анализа данных ГИС выполнена визуализация масштабов развития постседиментационной карбонатизации меловых коллекторов одного из газовых месторождений севера Западно-Сибирской НГП. В результате было установлено, что для большинства рассмотренных песчано-алевритовых пластов в пределах месторождения вторичная карбонатизация имеет выраженную латеральную зональность.

**Ключевые слова:** Западная Сибирь, постседиментационные изменения, нефтегазоносность, коллектор, резервуар.

## **ASSESSMENT OF THE CARBONATIZATION EXTENT OF TERRIGENOUS RESERVOIR ROCKS**

### ***Peter A. Yan***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Ph. D., Associate Professor, Head of the Laboratory of Sedimentology, tel. (383)333-23-03, e-mail: YanPA@ipgg.sbras.ru

### ***Luidmila G. Vakulenko***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Ph. D., Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory of Sedimentology, tel. (383)333-23-03, e-mail: VakulenkoLG@ipgg.sbras.ru

***Sergey V. Ershov***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptyug Prospect, Ph. D., Head of the laboratory Petroleum Geology of the Arctic regions of Siberia, tel. (383)363-80-41, e-mail: ErshovSV@ipgg.sbras.ru

***Ostap D. Nikolenko***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptyug Prospect, Engineer of the Laboratory of Sedimentology, tel. (383)333-23-03, e-mail: NikolenkoOD@ipgg.sbras.ru

***Nataliya I. Shestakova***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptyug Prospect, Chief Engineer of the laboratory Petroleum Geology of the Arctic regions of Siberia, tel. (383)363-80-42, e-mail: ShestakovaNI@ipgg.sbras.ru

Spatial visualization of postsedimentation carbonatization extent of the Cretaceous reservoirs rocks on one of the gas fields of Northern West Siberia according to the results of the study of core material and analysis of GIS-data was carried out. It was found that secondary carbonatization has a distinct lateral zonation for most sandy-silt layers within the field.

**Key words:** Western Siberia, postsedimentary changes, oil-and-gas content, reservoirs.

Постседиментационные изменения терригенных пород играют важную, порой определяющую роль в формировании фильтрационно-емкостных свойств коллекторов и литологической неоднородности резервуаров. Наиболее полную информацию о степени и характере преобразования дают детальные и всесторонние исследования непосредственно образцов горных пород. Однако в связи с ограниченным объемом отбора кернового материала на закрытых территориях достоверно определить пространственные закономерности распространения постседиментационных изменений часто не представляется возможным.

Процессом, оказывающим наиболее сильное влияние на пористость и проницаемость гранулярных коллекторов и являющимся наиболее распространенным в мезозойских нефтегазоносных комплексах Западной Сибири, является карбонатизация алеврито-песчаных пород. Вопросы постседиментационного карбонатообразования в мезозойских отложениях Западной Сибири с разных позиций рассматривали Т. И. Гурова, Е. А. Жуковская, О. Г. Зарипов, Н. М. Недоливко, Г. Н. Перозио, Е. А. Предтеченская, Р. С. Сахибгареев, И. Н. Ушатинский, О. А. Черников и другие. Многие исследователи указывали на то, что карбонатизированные породы контрастно выделяются по данным ГИС, однако использовал эту возможность для площадного анализа распространения карбонатных тел на практике, кажется, только В. Н. Высоцкий с соавторами [1].

Локализация карбонатизированных песчано-алевритовых пород может быть проявлена в различных формах. С определенной долей упрощения их можно разделить на три группы: а) несплошные мелкие и крупные конкреционные образования, часто концентрирующиеся послойно; б) пластообразные сплошные тела, образованные за счет интенсивного развития карбоната по проницаемым песчано-алевритовым пластам; в) выделения карбонатов, приуроченные к субвертикальным и наклонным дизъюнктивным нарушениям, не имеющие отчетливой латеральной распространенности.

Образование первых начиналось на ранних стадиях диагенеза, вторые являются преимущественно результатом катагенетических преобразований, третьи рассматриваются как результат наложенного эпигенеза. Необходимо отметить, что разделить эти типы карбонатных тел по данным бурения возможно далеко не всегда. Кроме того, очевидно, что в определенных условиях песчано-алевритовые породы могут последовательно подвергаться карбонатизации нескольких стадий и, соответственно, морфология тел будет сложная.

Отличительной особенностью карбонатных и карбонатизированных тел является высокое удельное электрическое сопротивление. Это позволяет уверенно выделять карбонатные и карбонатизированные прослои в терригенных разрезах по данным каротажа. Достоверное выделение уровней с цепочками конкреций, которые могут достигать размеров в первые метры, возможно только при наличии серии разноглубинных зондов [1], которые в материалах бурения старых скважин присутствуют далеко не всегда.

На основе предварительно выполненного расчленения и корреляции нижнемеловых отложений одного из газовых месторождений северной части Западно-Сибирского бассейна была проведена попытка визуализации вторичной карбонатизации потенциально продуктивных пластов-коллекторов. В основании изученного разреза на этом месторождении выделяется ахская свита (берриас-нижний готерив) мощностью 440–570 м, представленная чередованием морских глинистых пачек и песчаных пластов, которые индексируются как БГ<sub>12</sub>–БГ<sub>19</sub> и имеют толщины от 3–12 до 8–67 м. Вышележащая нижнетанопчинская подсвита (верхи нижнего готерива – нижний апт) толщиной 255–300 м представлена преимущественно дельтовыми и прибрежно-морскими, реже морскими и континентальными отложениями. Здесь выделяются пласты ТП<sub>15</sub>–ТП<sub>26</sub> (толщины от 1–11 до 40–62 м) и БГ<sub>10</sub>–БГ<sub>11</sub> (толщины от 10–18 до 18–29 м). Верхнетанопчинская подсвита (средний-верхний апт) мощностью 660–795 м имеет преимущественно континентальный генезис и представлена чередованием алеврито-песчаных пластов ТП<sub>1</sub>–ТП<sub>14</sub> (толщиной от 1–13 до 86–132 м), алеврито-глинистых пачек и прослоев углей. Яронгская свита (нижний-средний альб) мощностью 200–240 м представлена морскими отложениями. Здесь выделяются песчано-алевритовые пласты группы ХМ (толщиной от 5–7 до 23–31 м), разделенные глинистыми пачками. Венчает рассматриваемую часть разреза марресалинская свита (средний-верхний альб – сеноман) мощностью 415–500 м, представленная чередованием песчаных пластов группы ПК (толщины от 13–57 до 116–166 м) и алеврито-глинистых пачек преимущественно континентального генезиса.

Петрографические исследования кернового материала показали, что кальцит, редко незначительно развитый доломит формируют в песчано-алевритовых породах поровый, порово-базальный и базальный цемент разной степени кристалличности, до крупнокристаллического пойкилитового. Значительные концентрации сидерита отмечены лишь в единичных образцах. При карбонатизации происходит заполнение открытого порового пространства, а также коррозия и замещение обломочного материала вплоть до реликтов и полного исчезновения последнего. Содержание аутигенных карбонатных минералов нередко достигает 40–50, иногда 70–80 %. По исследованной выборке образцов мезозойских песчано-алевритовых

пластов-коллекторов вариации значений пористости некарбонатизированных пород составили 8–24,5 % (в среднем 14,6 %), проницаемости –  $0,06–401,2 \times 10^{-15} \text{ м}^2$  (в среднем  $9,2 \times 10^{-15} \text{ м}^2$ ). Для пород с содержанием карбонатного цемента более 20 % эти характеристики выглядят следующим образом: пористость – 1,1–11,2 % (в среднем 5,0 %), проницаемость –  $0,001–0,49 \times 10^{-15} \text{ м}^2$  (в среднем  $0,08 \times 10^{-15} \text{ м}^2$ ).

На корреляционных профилях выделялись интервалы с повышенными значениями кажущегося электрического сопротивления. Эти интервалы сопоставлялись с результатами исследования кернового материала и данными радиоактивного каротажа (ГК, НГК). Отбраковывались углистые прослои, особенно распространенные в разрезе верхнетанопчинской подсвиты. Далее проводилась оценка доли карбонатизированных прослоев от общей толщины пласта, результаты которой наносились на схемы обстановок осадконакопления и суммарных толщин песчаников по отдельным пластам. Выполненный анализ распределения геофизических характеристик в разрезах изучаемых скважин показал, что в интервалах карбонатизированных пластов диаметр скважины близок к номинальному. Метод гамма-каротажа не позволяет однозначно выделить такие пласты в разрезе. Его показания составляют около 4.5 мкР/ч, что не всегда отличается от пород, залегающих выше и ниже по разрезу. По данным нейтронного гамма-каротажа, выраженных аномалий не наблюдается, соответствующие значения близки к 1.5 у.е. По комплексу методов скважинной электротометрии карбонатизированные пласты идентифицируются наиболее достоверно. Так, по данным градиент-зонда метода кажущихся сопротивлений, значения УЭС на интервалах вторичных карбонатов максимальны и достигают 150–200 Ом·м. Кажущаяся проводимость по методу индукционного каротажа, в свою очередь, близка к минимальным значениям в пластах БГ<sub>10</sub>, БГ<sub>11</sub> и достигает 70 мСм/м в пластах ТП.

В результате установлено, что для большинства рассмотренных песчано-алевритовых пластов в пределах месторождения масштабы вторичной карбонатизации имеют выраженную латеральную зональность. В большинстве случаев суммарная толщина карбонатизированных прослоев не превышает 20 % от общей толщины пласта. Только в одном пласте верхнетанопчинской подсвиты выявлена узкая субмеридиональная полоса повышенной карбонатизации, которую можно связать с влиянием разломов, имеющих на этом месторождении также субмеридиональное простирание. В остальных случаях влияние дизъюнктивных нарушений неочевидно. Наиболее масштабной карбонатизации подвержены пласты БГ<sub>10</sub> и БГ<sub>11</sub> (суммарная толщина карбонатных прослоев достигает 55–60 %), которые формировались в обстановках дельтовой равнины и фронта дельты. Наименьшее распространение карбонатизация получила в песчаных пластах верхнетанопчинской подсвиты и марресалинской свиты, имеющих преимущественно аллювиальный русловой и пойменные генезис, и яронгской свиты, представленной морскими отложениями.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Высоцкий В. Н., Сидоренко А. И., Людофун Ф. Н. Неоднородность литологически экранированных залежей углеводородов, обусловленная карбонатными конкрециями // Тр. ЗапСибНИГНИ. – Тюмень, 1979. – Вып. 144. – С. 47–52.

© П. А. Ян, Л. Г. Вакуленко, С. В. Ершов, О. Д. Николенко, Н. И. Шестакова, 2017