УЛК 552.144+622.276.1/.4

ГЛАВНЫЕ ФАКТОРЫ, КОНТРОЛИРУЮЩИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ВТОРИЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ

MAIN FACTORS THAT CONTROL THE DISTRIBUTION OF THE BASIC TYPES OF SECONDARY CHANGES OF RESERVOIR ROCKS

А. В. Поднебесных, А. Р. Хафизов

A. V. Podnebesnykh, A. R. Khafizov

ООО «Ойлтим НТЦ», г. Сочи Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

Ключевые слова: цеолиты; карбонаты; выщелачивание; вторичное минералообразование; коллектор Key words: zeolites; carbonates; leaching; secondary mineralogenesis; collector

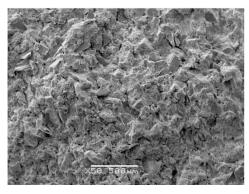
Изучение большого количества кернового материала месторождений, находящихся на территории Западно-Сибирской плиты, показало, что вторичные изменения пород-коллекторов носят региональный характер. Наиболее часто встречаются три основных типа вторичных изменений: цеолитизация, карбонатизация и выщелачивание [1]. На сегодняшний день разработка объектов, содержащих вторичные минеральные парагенезисы, часто ведется без учета особенностей их геологического строения, что приводит к целому ряду проблем [2]. В первую очередь эти проблемы связаны с невовлеченностью части запасов в разработку, прорывами нефти и газа по высокопроницаемым пропласткам и низкой эффективностью работы призабойной зоны пласта.

Анализ проведенных ранее исследований показал, что сложности эффективной разработки такого типа объектов в первую очередь связаны с определением минерального состава вторичных парагенезисов, а также оконтуриванием площадей их наибольшей концентрации. Поэтому одной из наиболее приоритетных задач по повышению эффективности разработки месторождений, осложненных вторичными изменениями пород-коллекторов, является определение основных факторов, контролирующих тип и характер распределения вторичных изменений. Проведенные исследования показали, что наиболее сильное влияние на тип и интенсивность вторичных изменений оказывают литофациальные, химические и тектонические факторы.

Литофациальные критерии

Цеолитизация. Вторичная цеолитовая минерализация на территории Западно-Сибирской плиты представлена главных образом ломонтитом и реже томпсонитом. Если содержание цеолитов в породе превышает первые проценты, то они достаточно четко определяются при макроскопическом изучении керна и шлифов. Цеолиты образуют агрегаты в виде сплошной системы пятен, которые могут исполнять роль порового и пойкилитового цемента в песчаниках (рис. 1). Установлено, что максимальное содержание цеолитовой минерализации приурочено к породам-коллекторам с наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС). Это связано с тем, что часть открытых пор структурно-алевритового каркаса заполняется зернами цеолита при их кристаллизации [3].

Карбонатизация. Карбонатная минерализация представлена в виде кальцита, сидерита и доломита, в основном выполняя роль минералов базального цемента. Размер зерен карбонатов редко превышает доли миллиметра, поэтому их качественная диагностика возможна только при микроскопическом изучении шлифов [4]. Состав и интенсивность процесса карбонатизации напрямую зависят от близости продуктивных пластов к породам фундамента и наличия в районе дизъюнктивных нарушений регионального характера. Ближе к породам фундамента, в юрских пластах, преобладает сидерит, а в меловых — кальцит. Анализ исходных данных показал, что продуктивные пласты месторождений, осложненных вторичными изменениями пород-коллекторов, формировались в прибрежно-морских и дельтовых условиях осадконакопления. Однако зависимость содержания карбонатных минералов от фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов не выявлена.





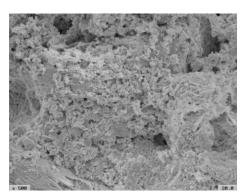


Рис. 2. Песчаник с микростилолитовыми швами при высоком разрешении

Выщелачивание. В тектонически активных зонах при активизации гидротермальных растворов происходят растворение калиевых полевых шпатов и образование пустот, которые заполняются глинистым или глинисто-карбонатным цементом. В ходе этого процесса возникают каверны неправильной формы, в которых образуется аутигенный каолинит. Изменения, происходящие в породах-коллекторах, достаточно четко и уверенно диагностируются при микроскопическом изучении шлифов в виде стилолитовых швов и дополнительных пор (рис. 2). В результате этого измененная часть приобретает аномально высокие коллекторские свойства [5].

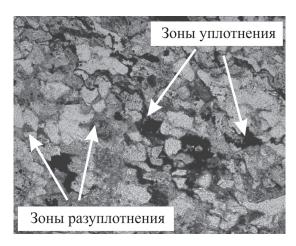
Химические факторы

Цеолитизация. Цеолиты в цементе пород-коллекторов достаточно часто встречаются в ассоциации с хлоритом, кальцитом и гидрослюдой и почти никогда с каолинитом. Каолинит образуется в кислой среде, а цеолиты — в щелочной. Из этого следует, что в процессе формирования пород-коллекторов на стадии диагенеза и катагенеза химизм водной среды менялся с кислой на щелочную. Такая смена химизма, скорее всего, связана со скоростью прохождения растворов по высокопроницаемым зонам, сформировавшимся при многочисленных структурных перестройках. Процесс формирования цеолитовой ассоциации протекал достаточно продолжительное время, с периодами усиления или ослабления. Учитывая масштабы, морфологические особенности и вторичность процессов, с которыми связана цеолитизация уже сформировавшихся пород-коллекторов, можно говорить об эпигенетическом характере происхождения цеолитов.

Карбонатизация. Зональность состава карбонатов при удалении от пород фундамента в первую очередь объясняется различным содержанием органического вещества в осадочном комплексе и его неодинаковой способностью продуцировать кислые восстановительные растворы [6]. Карбонатные минералы в ходе проработки осадочных толщ гидротермальными растворами появляются раньше цеолитов. В первую очередь это связано с тем, что формирование карбонатов и цеолитов происходит в разных физико-химических условиях среды. Глинисто-карбонатные компоненты цемента пород-коллекторов обычно формируются в кислой среде, тогда как для образования цеолитов необходимы щелочные условия среды.

Выщелачивание. Как показал проведенный анализ керна и шлифов, процесс выщелачивания, как правило, сопровождается растворением калиевых полевых

шпатов и кварца, выщелачиванием плагиоклазов, а также локальным проявлением альбитовой минерализации. Породы-коллекторы, подвергшиеся процессу выщелачивания, значительно улучшают свои коллекторские свойства. Проведенный анализ показывает высокую степень зависимости ФЕС от объема пород-коллекторов, подвергшихся процессу выщелачивания. Например, на Крапивинском месторождении в проработанных зонах пористость увеличивается в среднем до 21 %, а проницаемость — до 1,0 мкм². Это происходит за счет значительного увеличения объема пустого порового пространства, которое образуется при растворении зерен



Puc. 3. Зоны разуплотнения в шлифах Крапивинского месторождения

калиевого полевого шпата и кварца (рис. 3).

Тектонические факторы Развитие зон регионального метасоматоза четко приурочено к зонам повышенной тектонической активности и развито очень неравномерно как по площади, так и по разрезу. Тектоническая активность не оказывает прямого влияния на процесс цеолитизации, за исключением его интенсивности, когда максимальные концентрации цеолитовой минерализации пространственно приурочены к зонам дизъюнктивных нарушений, где происходит разгрузка гидротермальных растворов.

В зонах с активной тектонической обстановкой компоненты CO_2 и SO_2 , поступающие в том или ином объеме в продуктивные пласты, сильно понижают pH среды и увеличивают кислотность растворов. При изменении этих показателей происходят регенерация зерен кварца и растворение калиевого полевого шпата, кристаллизуется поровый каолинит. На фоне постоянной циркуляции высокотемпературных кислых гидротермальных растворов происходило формирование окончательного состава цемента. Такая стадийность характерна как для процесса карбонатизации, так и для процесса выщелачивания.

В зонах с малоактивной тектонической деятельностью процесс проработки пород-коллекторов сильно избирателен и охватывает не всю продуктивную толщу, а только обломки зерен кварца и кислых плагиоклазов. Это связано с меньшим объемом привноса активных компонентов по зонам разломов, а в большей степени — с флюидной фазой.

Таким образом, проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что главными факторами, контролирующими распределение основных типов пород-коллекторов, определяющими их тип и интенсивность, являются литофациальные, химические и тектонические процессы. Проведенная работа позволила предложить объяснение механизма формирования разных типов вторичных изменений и их влияние на фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов, показать зависимость типа вторичных парагенезисов от состава гидротермальных растворов и условий химизма среды. Зная эти факторы и условия формирования тех или иных типов вторичных изменений, можно уже на начальных этапах разработки месторождений планировать риски, которые несут разные типы вторичных изменений пород-коллекторов.

Библиографический список

1. Поднебесных А. В., Овчинников В. П. Основные типы вторичных изменений пород-коллекторов осадочного чехла Западно-Сибирской плиты // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – № 400. – С. 393–403.

- Фациально-ориентированные геологические модели как фактор снижения неопределенностей геологического строения нефтяных месторождений Западной Сибири / Парначев С. В. [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 26–30.
- Поднебесных А. В., Овчинников В. П. Проблемы диагностики цеолитов и влияние их наличия на разработку продуктивных отложений Мессояхской группы месторождений // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 324. № 1. – С. 137–145.
- Возможности использования ограниченного комплекса геофизических исследований скважин при изучении карбонатных отложений Чкаловского месторождения / С. М. Шевченко [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2006 – №. 8 – С. 46–48
- Поднебесных А. В., Овчинников В. П. Основные факторы, влияющие на уровень и форму водонефтяного контакта // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2015. – № 6. – С. 15–19.
 - 6. Перельман А. И. Геохимия эпигенетических процессов (зон гипергенеза). М., 1968. 332 с.

Сведения об авторах

Поднебесных Александр Владимирович, к. г.-м. н., технический директор ООО «НТЦ ОЙЛТИМ», г. Сочи, тел. 8(862)2255447, e-mail: PodnebesnyhAV@oilteam.ru

Хафизов Айрат Римович, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой бурения нефтяных и газовых скважин, Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2431254, e-mail: haftsov57@mail.ru

Information about the authors

Podnebesnykh A. V., Candidate of Geology and Mineralogy, Technical Director, LLC «STC Oilteam», Sochi, phone: 8(862)2255447, e-mail: PodnebesnyhAV@oilteam.ru

Khafizov A. R., Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Drilling of Oil and Gas Wells, Ufa State Petroleum Technological University, phone: 8(347)2431254, e-mail: hafizov57@mail.ru

УДК 550.832.05:624.131.43

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СКВАЖИНЕ, ПРОБУРЕННОЙ НА ПОЛИМЕРГЛИНИСТОМ РАСТВОРЕ

WELL LOG DATA INTERPRETATION PROBLEMS IN WELL, DRILLED USING POLYMER-CLAY-BASED DRILLING MUD

Г. Е. Строянецкая, Е. А. Малых

G. E. Stroyanetskaya, E. A. Malykh

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ключевые слова: коллекторы; пористость; геофизические исследования; нефтенасыщенность; водонасыщенность Key words: collectors; porosity; geophysical surveys; oil saturation; water saturation

Анализ эффективности геофизических исследований скважин (ГИС), вскрывших на полимерглинистом растворе отложения с пластовыми водами высокой минерализации, показан на примере скважины с условным номером № 1* из района Широтного Приобья.

Детальные ГИС включали боковое каротажное зондирование (БКЗ), метод потенциалов собственной поляризации (ПС), микрокаротаж обычными зондами (МК), боковой каротаж (БК), боковой микрокаротаж (БМК), кавернометрию (КВ), индукционный каротаж (ИК), гамма-каротаж (ГК), двухзондовый нейтроннейтронный каротаж по тепловым нейтронам (НКТ), плотностной гамма-гамма-каротаж (ГГК-П), резистивиметрию, высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ).

Удельное электрическое сопротивление (УЭС) раствора в пластовых условиях — 0,2 Ом·м. Граничное значение пористости коллекторов по данным сопоставлений динамической пористости ($K_{\Pi}^{\text{дин}}$) с открытой пористостью (K_{Π}) составило 12,7 % при коэффициенте остаточной нефтенасыщенности 30 %.

При интерпретации ГИС, как правило, используют относительную амплитуду ПС (α_{nc}), двойной разностный параметр ГК ($\Delta J_{r\kappa}$), УЭС пород (ρ_n), значения объемной плотности отложений по ГГК-П и т. д.

Приводим результаты геофизических исследований (рис. 1) и выделение потенциальных коллекторов в разрезе (рис. 2).