

УДК 550.84:553.98

**ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ
СВОЙСТВА ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ БС₁₁¹ И ЮС₁¹
КУСТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

В.А. Шмырина, В.П. Морозов

Аннотация

Изучены вторичные процессы на примере глинистых минералов продуктивных нефтяных пластов БС₁₁¹ и ЮС₁¹ Кустового месторождения (Тюменская область). Проведен морфолого-генетический анализ глинистых минералов с помощью рентгенографического анализа. Установлено влияние глинистых минералов на фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов.

Ключевые слова: вторичные изменения, гидрослюда, глинистые минералы, каолинит, породы-коллекторы, смешаннослойный минерал, фильтрационно-емкостные свойства, хлорит.

Введение

Объектом настоящих исследований служили терригенные отложения юрского и мелового возраста Кустового месторождения нефти. Месторождение расположено в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области. В структурном плане месторождение расположено в юго-западной части Северо-Вартовской мегатеррасы (структура I порядка) в зоне её сочленения с Нижневартовским сводом, Юганской мегавпадиной и Сургутским сводом. Мегатерраса в районе месторождения осложняется Ватьёганским валом и Могутлорским прогибом (структуры II порядка).

В стратиграфическом отношении изучаемые породы относятся к нижнемеловому (пласт БС₁₁¹) и верхнеюрскому (пласт ЮС₁¹) возрастам. Отложения продуктивных нефтеносных пластов представлены песчаниками буровато-серыми, серыми, светло-серыми, средне-мелкозернистыми и мелкозернистыми, алевролитами, аргиллитами и их переслаиванием.

Коллекторские свойства пластов, по данным лабораторных определений, колеблются в весьма широком диапазоне: пористость образцов песчаников изменяется от 2–5% до 15–20%, а проницаемость – от нуля до первых сотен $n \cdot 10^{-3}$ мкм². При этом не наблюдается приемлемых величин достоверности аппроксимации между содержанием глинистых минералов, с одной стороны, и значениями пористости и проницаемости, с другой.

Отсутствие хорошей корреляции между содержанием глинистых минералов в породах-коллекторах и значениями их коллекторских свойств может быть объяснено реализацией в изучаемых отложениях вторичных изменений

наложенного характера, что обусловлено сложной геологической историей объектов исследования.

Как известно [1, 2], осадочные толщи в своем развитии испытывают два типа постседиментационных изменений, которые существенно изменяют их фильтрационно-емкостные свойства.

Первый тип постседиментационных изменений, часто называемый фоновым литогенезом или литогенезом погружения, обусловлен опусканием дна осадочного бассейна. Основными факторами такого изменения осадочных толщ являются литостатическое давление и температура, значения которых увеличиваются с глубиной. При этом происходит уплотнение толщ, сопровождающееся оттоком поровых вод. Пористость и проницаемость пород могут весьма существенно снизиться: в большей мере это характерно для глинистых обломочных отложений, в меньшей – для чисто обломочных. Поэтому можно считать, что снижение в терригенных отложениях значений пористости и проницаемости определяется глубиной их нахождения.

Однако в вышеназванных работах, а также других [3, 4] коллекторские свойства терригенных пород нижнемелового и верхнеюрского возрастов во многом определяются другим типом постседиментационных изменений – вторичными процессами их преобразования, которые можно отнести к процессам наложенного литогенеза. Они могут как увеличивать, так и уменьшать значения пористости и проницаемости пород при условии, что в последних реализуются минеральные преобразования, связанные с выносом части растворяющихся компонент минералов, а уплотнения пород при этом не происходит либо оно не является существенным.

К числу постседиментационных вторичных процессов, реализующихся в терригенных продуктивных отложениях Западной Сибири, относятся растворение и выщелачивание, перекристаллизация, каолинитизация, хлоритизация. Следует признать, что роль названных процессов вторичных преобразований пород в изменении их коллекторских свойств не всегда однозначно доказана.

В связи с вышесказанным цель настоящей работы – оценка роли вторичных преобразований глинистой компоненты песчаных пород в формировании коллекторских свойств. Исследование осуществлялось с помощью рентгенографического анализа и растровой электронной микроскопии, позволяющей проводить морфолого-генетическую типизацию глинистых образований.

Вторичные изменения глинистых минералов изучались в меловых и юрских продуктивных на нефть отложениях Кустового месторождения.

Результаты и их обсуждение

Согласно данным рентгенографического анализа во всех изученных песчаных породах-коллекторах обнаруживаются следующие глинистые минералы: каолинит, хлорит, гидрослюда (иллит), смешаннослойные образования, которые слагают тонкодисперсную составляющую цемента обломочных частиц. В качестве комментария к сказанному следует добавить, что смешаннослойный минерал состава иллит-монтмориллонит представлен неупорядоченным образованием с явным преобладанием иллитовых слоев.

Ниже приводятся результаты изучения глинистых минералов, исследование которых проводилось методом растровой электронной микроскопии в соответствии с рекомендациями, изложенными в работе [5].

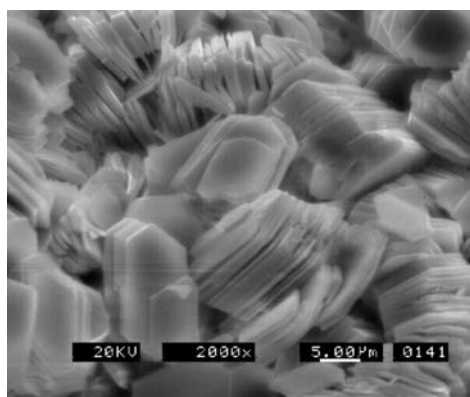
Каолинит, по данным электронно-микроскопических наблюдений, в породах представлен крупными (от 8 до 20 мкм), значительной толщины агрегатами, кристаллы которых обладают псевдогексагональной морфологией с несколько сглаженными углами и «разлохмаченными» ребрами. Агрегаты каолинита образуют вермикулитоподобные микроагрегаты (рис. 1, *a*). Нередко такие агрегаты каолинита возникают на поверхности растворяющихся зерен полевых шпатов. Следовательно, судя по морфологическим особенностям минерала и его местоположению в изученных образцах, его происхождение необходимо признать вторичным, а формируется он за счет растворения обломочных зерен полевых шпатов.

Хлорит образует хорошо окристаллизованные крупные частицы, наблюдается в виде пленок и крустификационных оторочек на обломочных зернах (рис. 1, *b*). Какой-либо приуроченности агрегатов хлорита к определенным участкам изученных образцов, как это установлено для каолинита, не обнаруживается. Морфологические особенности хлорита, так же как и каолинита, указывают на то, что его формирование связано со вторичными преобразованиями пород. Однако, в отличие от каолинита, не обнаруживается связи хлорита с преобразованием какого-либо другого минерала. Следовательно, приходится признать, что его формирование обусловлено перекристаллизацией седиментогенного хлорита.

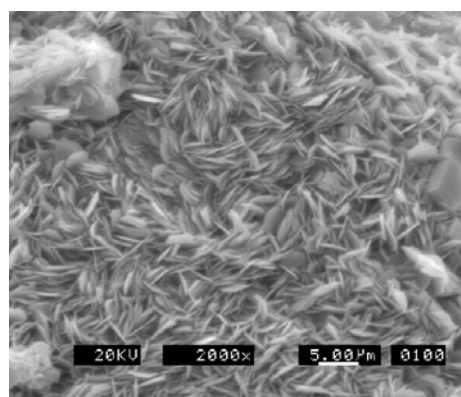
Гидрослюда (иллит), а также смешаннослойный иллит-монтмориллонит встречаются совместно с другими глинистыми минералами в поровом цементе алевролитов и песчаников (рис. 1, *в* и *г*). Эти минералы образуют весьма плотные агрегаты, сформированные при седиментогенезе-катагенезе, и весьма слабо перекристаллизованы. Поэтому их происхождение следует признать седиментогенно-катагенетическим.

По лабораторным исследованиям были также построены диаграммы, по которым удалось проследить влияние содержания глинистых минералов на фильтрационно-емкостные свойства породы: проницаемость и пористость. Данные графиков для пород двух продуктивных пластов БС₁₁¹ и ЮС₁¹ показывают: чем выше содержание каолинита среди глинистой компоненты, тем выше фильтрационно-емкостные свойства. Обратная картина наблюдается при анализе аналогичных зависимостей с хлоритом. При увеличении содержания хлорита в цементе пород пластов наблюдается снижение их коллекторских свойств. Сказанное справедливо и для гидрослюдисто-смешаннослойных фаз, присутствующих в цементной массе: с увеличением их содержания коллекторские свойства пород ухудшаются.

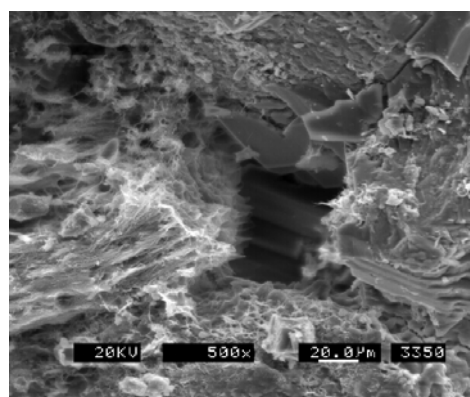
Генетическая интерпретация полученных результатов может быть следующей. Повышенное содержание каолинита в породах-коллекторах объясняется его вторичным генезисом – каолинитизацией, что приводит к увеличению пористости и проницаемости. Тогда как обратную зависимость между содержанием



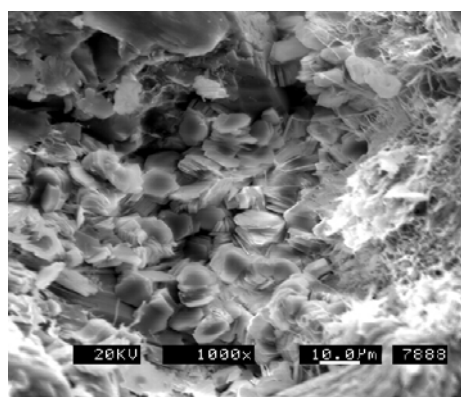
а) скв. 106р, обр. 63, гл. 2857.06 м, пласт ЮС₁¹



б) скв. 476, обр. 18, гл. 2424.43 м, пласт БС₁₁¹



в) скв. 172, обр. 9, гл. 2867.70 м, пласт ЮС₁¹



з) скв. 196, обр. 40, гл. 2891.39 м, пласт ЮС₁¹

Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки глинистых минералов песчаников: а – каолинит, б – хлорит, в – гидрослюдистые и смешаннослойные минералы, з – каолинит (слева), гидрослюдистые и смешаннослойные минералы (справа)

других глинистых минералов и коллекторскими свойствами пород можно объяснить седиментогенным происхождением хлоритов, гидрослюды и смешаннослойных минералов.

Таким образом, в результате проведения рентгенографического, электронно-микроскопического анализов и определения фильтрационно-емкостных свойств пород удалось не только выявить морфолого-генетические особенности глинистых минералов, но и оценить их роль в фильтрационно-емкостных свойствах терригенных пород-коллекторов. Основные результаты исследований показаны в табл. 1.

Заключение

В цементе обломочных пород пластов БС₁₁¹ и ЮС₁¹ из глинистых минералов широко развиты каолинит, хлорит, гидрослюда и смешаннослойные минералы. Коллекторские свойства пород во многом определяются вторичными изменениями.

Табл. 1

Морфолого-генетические особенности глинистых минералов терригенных пород-коллекторов пластов юрского и мелового возраста. Кустовое месторождение

Минералы	Морфология	Укладка зерен	Генезис	Влияние на ФЕС
Каолинит	Вермикулитоподобные агрегаты псевдогексагональных кристаллов. Идиоморфные зерна	Рыхлая	Вторичный минерал, образовавшийся в результате вторичных наложенных процессов (каолинизация ПШ)	Положительное, то есть увеличение пористости и проницаемости
Хлорит	Агрегаты пластинчатых по форме зерен. Гипидиоморфные зерна	Рыхлая	Вторичный минерал, образовавшийся в результате перекристаллизации седиментогенно-диагенетического хлорита	Двойное: отрицательное и положительное. В целом отрицательное
Гидро-слюда и смешанно-слойные	Зерна имеют преимущественно пластинчатую форму с неровными боковыми поверхностями. Реже нитевидные зерна	Преимущественно плотная, значительно реже рыхлая	Седиментогенно-катагенетический. Реже вторичный	Отрицательное, то есть уменьшение пористости и проницаемости

При увеличении содержания вторичного каолинита в цементе пород в обоих пластах фиксируется увеличение пористости и проницаемости. Наоборот, при увеличении содержания хлорита и гидрослюдисто-смешанно-слойных фаз наблюдается снижение коллекторских свойств пород пластов.

Литература

1. Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция / Под ред. Ю.Г. Леонова, Ю.А. Воложа. – М.: Науч. мир, 2004. – 526 с.
2. Япаскурт О.В. Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочного породо- и рудообразования. – М.: ЭСЛАН, 2008. – 356 с.
3. Петрова В.В. Низкотемпературные вторичные минералы и их роль в литогенезе. – М.: ГЕОС, 2005. – 247 с.
4. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей. – Л.: Недра, 1989. – 260 с.
5. Ушатинский И.Н., Бабицын П.К. Атлас электронно-микроскопических снимков, электронограмм, дифрактограмм, термограмм глинистых минералов продуктивных отложений основных нефтегазоносных площадей Западно-Сибирской низменности // Труды ЗапСибНИГНИ. – Тюмень, 1970. – Вып. 30. – 182 с.

Поступила в редакцию
25.11.12

Шмырина Виктория Александровна – геолог 2-й категории отдела литофизических исследований Центра исследования ядра и пластовых флюидов, Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» – «КогалымНИПИнефть», г. Тюмень, Россия.

E-mail: *shmyrinava@nipi.ws.lukoil.com*

Морозов Владимир Петрович – доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой минералогии и петрографии, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: *Vladimir.Morozov@ksu.ru*

* * *

EFFECTS OF SECONDARY ALTERATIONS OF RESERVOIR ROCKS ON THE POROSITY AND PERMEABILITY OF PRODUCTIVE FORMATIONS BS₁₁¹ AND US₁¹ AT THE CLUSTER DEPOSIT

V.A. Shmyrina, V.P. Morozov

Abstract

We have studied secondary processes by the example of clay minerals of the productive oil reservoirs BS₁₁¹ and US₁¹ at the Cluster deposit (Tyumen Region). We have conducted a morphological and genetic investigation of these clay minerals using X-ray analysis and established the influence of clay minerals on the porosity and permeability of reservoir rocks.

Keywords: secondary alteration, hydromica, clay minerals, kaolinite, reservoir rocks, mixed-layer mineral, porosity and permeability, chlorite.

References

1. Leonov Yu.G., Volozh Yu.A. (eds.) Sedimentary Basins: Learning Technique, Structure, and Evolution. Moscow, Nauchn. Mir, 2004. 526 p. (In Russian)
2. Yapaskurt O.V. Genetic Mineralogy and the Stadiial Analysis of the Processes of Sedimentary Rock- and Ore-Formation. Moscow, ESLAN, 2008. 356 p. (In Russian)
3. Petrova V.V. Low-Temperature Secondary Minerals and Their Role in Lithogenesis. Moscow, GEOS, 2005. 247 p. (In Russian)
4. Sakhigareev R.S. Secondary Alterations of Reservoirs in the Process of Formation and Destruction of Oil Deposits. Leningrad, Nedra, 1989. 260 p. (In Russian)
5. Ushatinskii I.N., Babitsyn P.K. The atlas of electron micrographs, electron diffraction patterns, thermographs of clay minerals of productive deposits in the main oil and gas areas of the West Siberian Lowland. *Trudy ZapSibNIGNI* [Proc. West-Sib. Res. Geol.-Surv. Petrol. Inst.]. Tyumen, 1970, no. 30, 182 p. (In Russian)

Received
November 25, 2012

Shmyrina Viktoriya Alexandrovna – Geologist, Department of Lithophysical Studies, Center for Research on Core and Reservoir Fluids, KogalymNIPIneft LLC (Branch of LUKOIL-Engineering LLC), Tyumen, Russia.

E-mail: *shmyrinava@nipi.ws.lukoil.com*

Morozov Vladimir Petrovich – Doctor of Geology and Mineralogy, Associate Professor, Head of the Department of Mineralogy and Lithology, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan Federal University, Kazan, Russia.

E-mail: *Vladimir.Morozov@ksu.ru*