

# ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И ТИПА ЦЕМЕНТА НИЖНЕТРИАСОВЫХ КОЛЛЕКТОРОВ СЕВЕРА ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Н.Н. Тимонина

Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар, Россия

Работа посвящена изучению типа и состава цемента нижнетриасовых отложений Тимано-Печорской провинции, их влиянию на коллекторские свойства пород. В основу работы легли лабораторные исследования керна, обобщения опубликованных данных. Проведен морфо-генетический анализ глинистых минералов с помощью рентгенографического и электронно-микроскопического методов. В результате проведенных исследований установлено, что на тип, состав и характер распределения цемента оказывают влияние состав источников сноса, условия осадконакопления, а также постседиментационные преобразования отложений. По преобладанию того или иного глинистого минерала в цементе песчаников выделены каолининовая, хлоритовая, смектитовая и гидрослюдистая ассоциации. Каолининовый цемент песчаников наиболее характерен для континентальных флювиальных фаций, особенно русловых. Смектитовая ассоциация наиболее характерна для пойменных, старичных и озерных фаций зоны. Выявленные закономерности будут способствовать повышению точности реконструкций условий осадконакопления, построению более адекватных геологических моделей коллектора, учитывающих его фильтрационно-емкостную неоднородность как на уровне пласта, так и слагающих его прослоев.

**Ключевые слова:** нефтегазоносная провинция, типы коллектора, пустотное пространство, глинистые минералы, регенерация

**DOI:** <http://doi.org/10.18599/grs.19.1.7>

**Для цитирования:** Тимонина Н.Н. Особенности состава и типа цемента нижнетриасовых коллекторов севера Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. *Георесурсы*. 2017. Т. 19. № 1. С. 38-44. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.1.7>

В пределах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции триасовые отложения составляют 30 % от общего заполнения бассейна. Промышленная нефтегазоносность данного комплекса доказана открытием ряда месторождений углеводородов в пределах Шапкина-Юрьянского вала, Лайского вала, Колвинского мегавала, вала Сорокина, а также акватории Печорского и Баренцева морей (Рис. 1). Нижнетриасовые отложения характеризуются значительной латеральной и вертикальной неоднородностью, кроме того, к ним часто приурочены залежи тяжелой высоковязкой нефти, что вызывает значительные трудности при выборе способа разработки.

Этим вызвана необходимость выявления особенностей строения порового пространства нижнетриасовых отложений и тонкодисперсной составляющей, обуславливающих различную продуктивность.

В настоящее время рациональная разработка месторождений невозможна без детальной характеристики факторов неоднородности, контролирующей особенности строения и потенциальной нефтеносности продуктивных горизонтов (Бружес и др., 2010).

Минералы цемента являются показателями обстановки осадконакопления и степени преобразования осадка. Кроме того, цементы обломочных пород существенным образом сказываются на формировании их емкостно-фильтрационных свойств, причем важную роль играет не только тип цемента и характер его распределения, но и состав. Изучению цемента терригенных пород и их влияния на аккумуляцию и миграцию углеводородов посвящены работы таких исследователей, как И.Д. Зхус (1966), Д.Д. Котельников, А.И. Колюхов (1961),

Р.С. Сахибгареев (1989), А.В. Ежова (2007), Л.Н. Бружес (2012), В.Г. Изотов (2008, 2015), Л.М. Ситдикова (2010, 2015), В.Н. Морозов, (2013), В.А. Шмырина (2013) и других.

Триасовый нефтегазоносный комплекс имеет региональное распространение, на востоке оно ограничено Уралом, на западе – Тиманским кряжем. Максимальные мощности комплекса (2,8-3,6 км) приурочены к центральным частям Коротайхинской и Большесынинской впадин. Небольшие толщины (100-500 м) приурочены к Ижма-Печорской впадине (Калантар, Танасова, 1988).

Нижнетриасовые отложения представлены ритмичным переслаиванием красно-коричневых глин, зеленовато-серых алевролитов и серых песчаников с прослоями конгломератов внутри- и внеформационного состава. Песчаники, слагающие разрез, окрашены, главным образом, в различные оттенки серого цвета: от светло-серого до зеленовато-серого. Гранулометрический состав – от мелко- до грубозернистого. Встречаются текстуры: массивная, крупная однонаправленная косослоистая, горизонтальнослоистая и пр. Окраска алевролитов меняется от зеленовато-серой до голубовато-серой. Широкое распространение получили тонкослоистые текстуры и микротекстуры, преобладают горизонтальнослоистые и линзовиднослоистые, также встречаются породы с нарушенной слоистостью и текстурами взмучивания. Широко представлены в разрезе глины и аргиллиты, окрашенные в различные оттенки коричневого цвета от красноватых до темно-шоколадных.

Основными породообразующими минералами являются минералы группы смектита, гидрослюда. Текстуры

аргиллитов представлены горизонтальнослоистой, прерывистой, часто встречаются нарушенные, комковатые текстуры. Для этих отложений характерно наличие карбонатных линз и включений, выполненных крупнокристаллическим кальцитом.

В описываемых песчаниках широко представлены как карбонатный, так и глинистый цементы. Встречается также кварц, но он имеет подчиненное значение по сравнению с карбонатными и глинистыми минералами. Он представлен, как правило, мелкими хорошо ограненными кристаллами, которые часто можно наблюдать в поровом пространстве совместно с каолинитом. Образование кварца, по-видимому, связано с высвобождением кремнезема при каолинитизации полевых шпатов на ранних этапах постседиментационной истории. Содержание кварцевого цемента в песчаниках не превышает 1-2 % (Рис. 2).

Перечисленные цементы характеризуются значительным разнообразием по количеству, характеру распределения в породе, по равномерности заполнения пространства, взаимоотношению с обломками и, наконец, времени генерации.

Карбонатный цемент в нижнетриасовых песчаниках, как показывает химический и рентгеновский анализ, представлен кальцитом, содержащим незначительные примеси железа, марганца и магния. Содержание кальцита в составе цемента меняется и может достигать 40 % и более от общего веса породы. По количеству и распределению в песчаниках наиболее часто встречаются базальный и поровый типы цемента, хотя фиксируется и менисковый (неполный поровый). Базальный цемент представлен крупнокристаллической разновидностью кальцита, и, как показывают электронно-микроскопические исследования, раскристаллизован в виде ромбоздров.

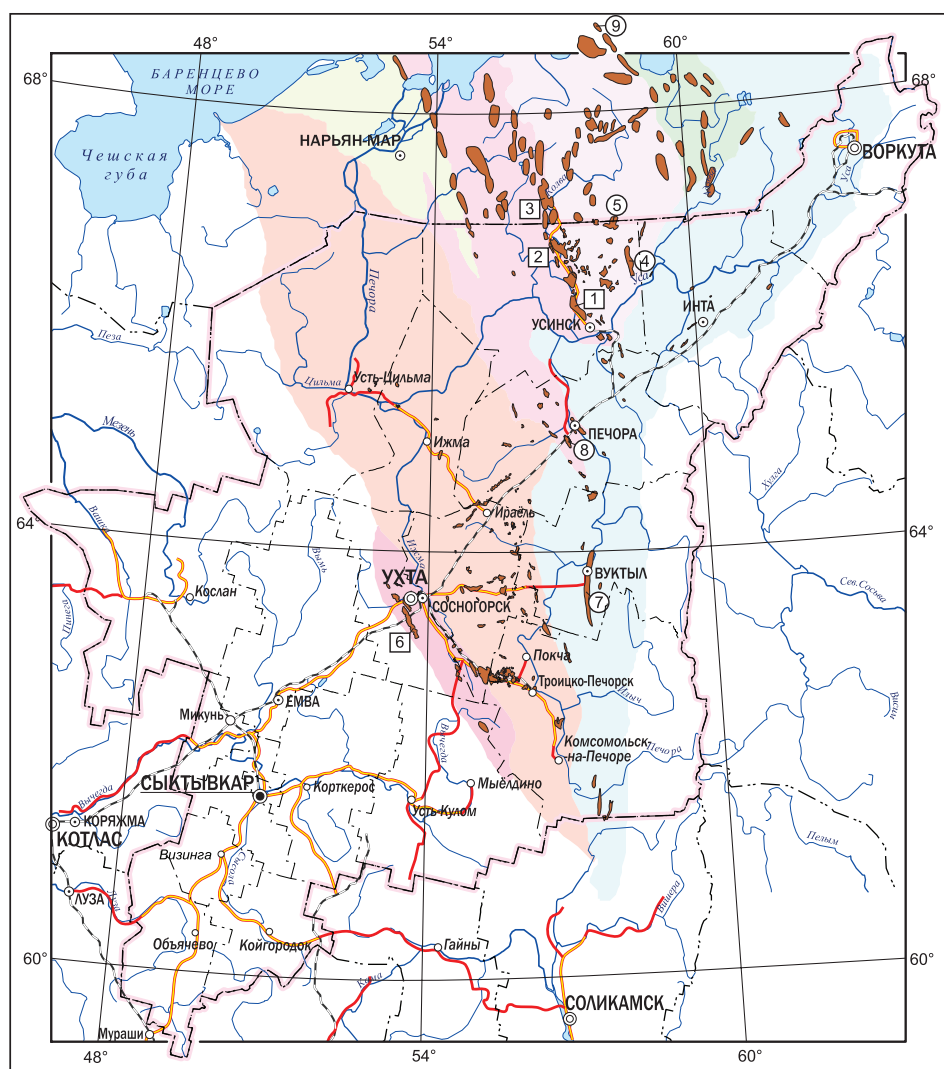


Рис. 1. Тектоническая схема Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. I – Граница РК; II – Автомобильные дороги; III – Железные дороги; IV – Месторождения углеводородов: 1 – Усинское, 2 – Возейское, 3 – Харьгинское, 4 – Среднемакарихинское, 5 – Сандивейское, 6 – Ярегское, 7 – Вуктыльское, 8 – Кыртаёльское, 9 – Варандейское; V – Геологическое районирование: 1 – Предуральский краевой прогиб, 2 – Варандей-Адзввинская структурная зона, 3 – Хорейверская впадина, 4 – Печоро-Колвинский авлакоген, 5 – Малоземельско-Колгуевская моноклинал, 6 – Ижемско-Печорская синеклиза, 7 – Ухта-Ижемский вал.

Цемент этого типа приурочен к подошве песчаных пластов. Это обусловлено тем, что именно в этой части разреза залегают наиболее крупнозернистые отложения со свободным пустотным пространством. Наличие крупных кристаллов кальцита свидетельствует о кристаллизации в пресных немагнезиальных средах, т.е. образование цемента этого типа могло происходить во фреатической зоне (Махнач, 1989).

Цемент порового и сгустково-порового типа представлен мелкокристаллическим кальцитом и встречается в плохо сортированных среднезернистых осадках с большим количеством алевритового материала, препятствующего росту крупных кристаллов кальцита. Этот тип цемента нашел широкое распространение в песчаниках различной фациальной природы (Рис. 3).

Наконец, менисковый тип цемента встречается реже предыдущих, он заполняет углы пор, наследуя форму водных пленок, удерживаемых между обломками силами поверхностного натяжения. Часто центральная область пор бывает заполнена аутигенными глинистыми минералами или кальцитом более поздней генерации. Цемент этого типа образовался в вадозной зоне, где растворение преобладало над цементацией при отсутствии постоянного тела подземных вод.

Кальцитовый цемент в описываемых песчаниках характеризуется большим разнообразием типов по равномерности заполнения

пор, что существенным образом влияет на емкостные и фильтрационные свойства отложений. Размер кристаллов кальцита меняется от менее чем 0,005 до 1 мм. Он имеет разнообразную структуру: от скрыто- до крупно кристаллической. Первый тип приурочен к песчаникам с высоким содержанием глинистых минералов. Это объясняется тем, что глинистые частицы могут служить центрами кристаллизации, которые позволяют образовываться большому числу кристаллов, однако, они же ограничивают дальнейшее развитие этих кристаллов. Этот тип цемента мог сформироваться на любой стадии образования отложений – от седиментационной до метабазиса.

В среднезернистых песчаниках первого (базального) пласта встречается кальцит сферолитовой структуры. Его присутствие можно объяснить тем, что ввиду наличия глинистых частиц, поровое пространство остается лишь отчасти свободным. Зародыши кристаллов получают возможность лишь ограниченного роста вследствие избирательной сорбции коллоидных частиц на углах, ребрах и гранях кристалла, обладающих наибольшей плотностью атомов. Данный тип цемента получил весьма ограниченное распространение в описываемых отложениях: он встречается лишь в самой нижней пачке песчаников базального пласта. Возможно, это почвенный слой, и образование карбоната сферолитовой структуры происходило на стадии гипергенеза.

Крупнокристаллический пойкилитовый цемент характерен для средне- и крупнозернистых хорошо отмыханных прослоев песчанника, в которых существуют наиболее благоприятные условия для свободной поровой кристаллизации. В них часто встречается цемент коррозионного типа. Степень корродированности обломочных компонентов определяется, в основном, интенсивностью циркуляции растворов, т.е. общим количеством активных вод, прошедших через поровое пространство. При замещении обломков кальцитом, зерна приобретают причудливые, извилистые контуры, часто они оказываются разделенными на фрагменты или полностью замещенными. В наибольшей степени замещению подвергаются биотит и плагиоклазы, от них часто остаются реликты, фрагменты или контуры («тени») зерен. По времени образования кальцит ранне- и позднедиагенетический, кальцит первого типа формировался вместе с осадком; благодаря седиментационному кальциту некоторые прослои песчанника сохранили свою розоватую окраску. Образовавшись на ранних стадиях, он препятствовал проникновению растворов и восстановлению закисного железа. Возможно, образование карбонатного цемента происходило на ранних стадиях образования осадков, этому способствовали различные процессы. В условиях засушливого климата могло происходить повышение концентрации подземных вод в результате испарения с поверхности капиллярной каймы или же транспирации растений. Повышение концентрации приводило к выпадению карбонатов в осадок и образованию цемента кальцитового состава. Наиболее благоприятные условия для роста кристаллов кальцита существовали в хорошо отмыханных крупнозернистых отложениях (Рис. 4).

Присутствие таких глинистых минералов как смектит препятствовало широкому проникновению

растворенных карбонатов в поровое пространство. В таких прослоях формировался поровый и базально-поровый цемент, представленный мелко- и среднекристаллическим кальцитом. Цемент более поздней генерации фиксируется в песчаниках с кристификационным хлоритовым цементом и поровым каолиновым. Глинистые минералы заполняют периферические участки пор, а кальцит – центральные части порового пространства.

Глинистые минералы цемента песчаников представлены каолинитом, хлоритом, гидрослюдой и минералами группы смектита.

В триасовых отложениях характер распространения каолинита неравномерный как по разрезу, так и по площади. Снизу вверх по разрезу отмечается уменьшение его содержания: в отложениях Харьгагинской площади его количество сокращается с 80-90 % в песчаниках базального пласта до 10 % в верхней части разреза. При переходе от крупнозернистых к тонкозернистым осадкам отмечается уменьшение содержания каолинита. Как показывают проведенные исследования, песчаники, сформировавшиеся в условиях прирусловой отмели, обогащены каолинитом.

На основе детальных рентгеноструктурных исследований выделены четыре структурно-морфологических типа каолинитов. К первому типу отнесен аутигенный каолинит, представленный крупными, хорошо

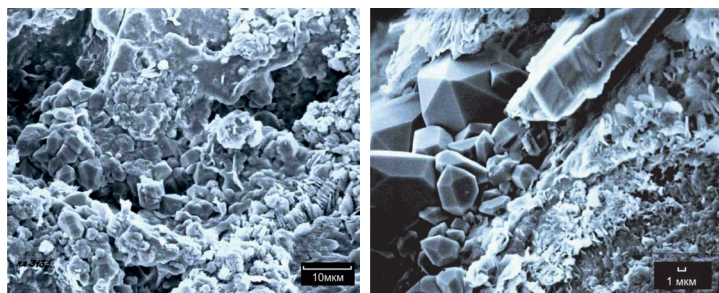


Рис. 2. Кристаллы кварца в поровом пространстве нижнетриасового песчанника

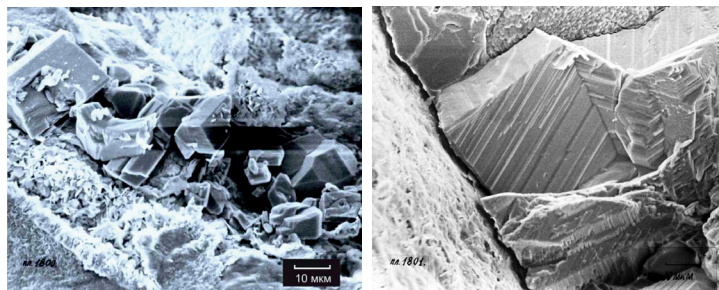


Рис. 3. Кристаллы кальцита в поровом пространстве нижнетриасового песчанника

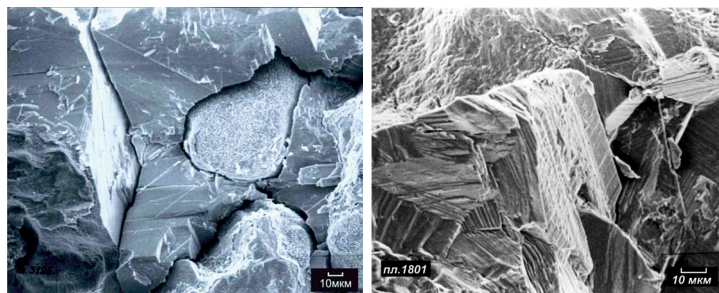


Рис. 4. Крупнокристаллический кальцит в межзерновом пространстве нижнетриасового песчанника

окристаллизованными агрегатами, часто имеющими столбчатую или вермикулитоподобную форму. Этот тип каолинита приурочен к более крупнозернистым песчаникам (Рис. 5). Генетически каолиниты первого типа могут быть классифицированы как образовавшиеся в условиях открытой системы при длительном росте кристаллов в свободно-поровой среде (Мальшева и др., 1993). В разрезе они тяготеют, главным образом, к континентальным флювиальным фациям.

Каолиниты второго типа представлены мелкокристаллическими агрегатами, которые полностью заполняют поры песчаников, развиваются по обломочным компонентам или выделяются в виде гнезд в глинистых породах. Каолиниты этого типа рассматриваются как трансформационно-аутигенные. Их образование, вероятно, происходило в периферических частях открытых систем в свободных порах или на субстрате.

Третий и четвертый типы объединяют каолиниты с псевдомонотипной ячейкой и низкой степенью упорядоченности. Каолиниты, относимые к третьему типу, характеризуются асимметричной формой рефлекса 001 с отчетливым плечом в сторону малых углов. Они отмечаются в отложениях, диагностируемых как ископаемые почвы и, вероятно, имеют аллотигенно-трансформационное происхождение. Для каолинитов четвертого типа характерны симметричные, но широкие базальные

отражения. Эти каолиниты присутствуют в мелкозернистых песчаниках, аргиллитах и глинах и рассматриваются как аллотигенные.

В описываемых отложениях каолинит имеет трансформационно-аутигенное и аутигенное происхождение. Трансформационно-аутигенный каолинит характеризуется менее совершенной структурой. При исследовании с помощью электронного микроскопа установлено большое количество частиц каолинита крупных размеров при небольшой толщине с неровными, как бы срезанными, краями (Рис. 6). Он приурочен, как правило, к мелко- и среднезернистым песчаникам, образовавшимся на прирусловой отмели. Он заполняет практически все поровое пространство. Обломочное унаследование глинистых минералов определяется степенью их устойчивости в корях выветривания, при переносе и в осадках. Каолинит является конечным продуктом преобразования силикатов в гидрослюдисто-каолинитовом профиле выветривания, он стабилен и в водной среде и в почвах. По мнению ряда исследователей, каолинит является одним из наиболее устойчивых по отношению к механическому разрушению глинистых минералов и мог переноситься во взвешенном состоянии водными потоками (Дриц, Коссовская, 1991). Источником обломочного каолинита могла быть кора выветривания пермских песчаников. Процесс выветривания песчаников связан с разрушением хлоритов, полевых шпатов и гидратацией мусковита, при этом происходил вынос из коры выветривания кремнекислоты, железа и алюминия. Эти элементы, переносимые в коллоидном состоянии, становились источниками для образования аутигенного каолинита.

В формировании каолинита всех типов в большей или меньшей степени участвует один и тот же источник – коры выветривания. Это может служить объяснением факта обогащения каолинитом нижней части разреза, в особенности, базального пласта.

В триасовых отложениях широкое распространение получили минералы группы смектита (Рис. 7). Микроскопически он представляет собой слабо оформленную тонкодисперсную массу, имеющую гомогенный обмен. В глинистых породах смектит ассоциирует с железистым хлоритом и железистой хорошо окристаллизованной гидрослюдой (Файер, 1986).

Для изученных отложений характерен преимущественно смешанный состав поглощенного комплекса, хотя встречаются чисто натриевый и кальциевый. Натриевый смектит содержит в межслоевых промежутках один молекулярный слой воды, тогда как кальциевый – два таких слоя. Благодаря особенностям своей структуры смектит обладает наибольшей емкостью поглощения, этим объясняется его способность к катионному обмену. Если кальциевый смектит попадает в солоноватоводные условия, катионы натрия могут частично или полностью заместить ионы кальция. При условии попадания натриевого смектита в щелочную среду, богатую кальцием, последний полностью вытесняет катионы натрия. В зависимости от концентрации катионов кальция и натрия могут образоваться неупорядоченные чередования пакетов смектита, содержащих в обменном комплексе как натрий, так и кальций. Нижнетриасовые песчаники, образовавшиеся

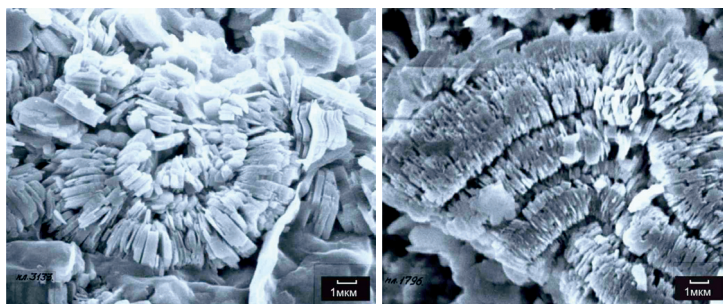


Рис. 5. Вермикулитоподобные агрегаты каолинита

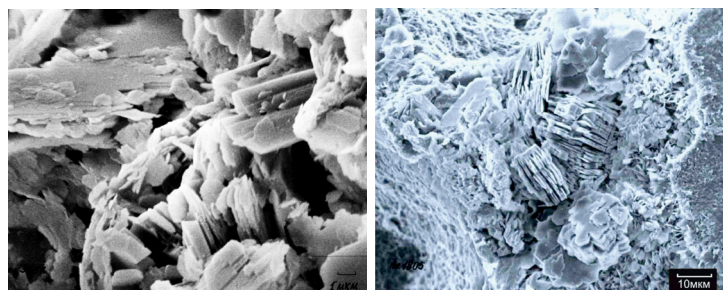


Рис. 6. Аллотигенный каолинит в межзерновом пространстве нижнетриасового песчанника

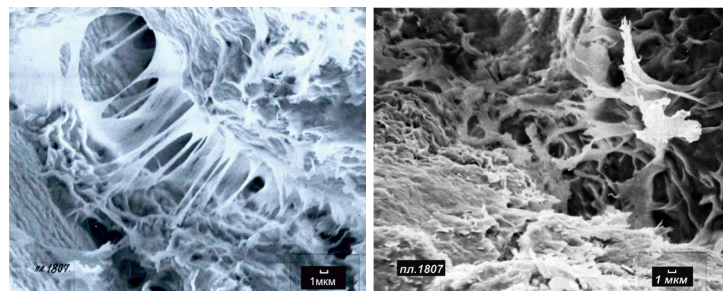


Рис. 7. Хлорит-смектитовые образования в межзерновом пространстве нижнетриасового песчанника

в русловых условиях, характеризуются кальциевым составом обменного комплекса, что связано с особенностями химизма речной воды.

В триасовых отложениях встречается смектит с катионами натрия в обменном комплексе, эти отложения могли сформироваться на поверхности поймы, в период субэриального развития. В тонкозернистых песчаниках базального пласта его содержание не превышает 50-60 %, тогда как в верхней части разреза количество его возрастает до 80-90 %. Поскольку наиболее благоприятные условия для образования смектита существуют в щелочной среде в условиях аридного климата, увеличение его содержания может свидетельствовать об усилении аридизации климата. Смектит пользуется наибольшим распространением в мелкозернистых песчаниках, где он почти полностью заполняет поровое пространство, делая его практически непроницаемым. Вследствие высокой поглощающей способности смектит может значительно разбухать при насыщении водой или органическим наполнителем. В этих случаях прослой песчаника становятся практически непроницаемыми.

Микроскопическая и рентгеновская характеристика, химический состав глинистой фракции позволили выделить несколько минеральных разновидностей группы хлорита. В шлифах хлоритовые минералы присутствуют в виде крустификационных каемок на зернах, волокнистых и сферолитоподобных высокодвупреломляющих выделений в порах и полностью хлоритизированных обломков (Рис. 8). Выделение каждой из этих разновидностей в чистом виде без примесей других глинистых минералов затруднено, поэтому рентгеновская характеристика и химический состав приводится по образцам, в которых преобладает та или иная разновидность хлорита.

Микроскопически крустификационный хлорит представлен бледно-зеленой каемкой на обломочных зернах и имеет толщину 3-12 мкм. Изучение с помощью электронного микроскопа показало, что эти каемки состоят

из мелких псевдогексагональных чешуек, беспорядочно расположенных под разными углами к поверхности обломочного зерна. Крупнопластинчатый, волокнисто-пластинчатый и сферолитоподобный хлорит в поровом пространстве обычно ассоциирует с обилием хлоритизированных обломков.

По морфологическим особенностям, химическому составу и структурной характеристике можно выделить аутигенный, аллотигенный и трансформационный хлориты. К аутигенным образованиям отнесены, в первую очередь, крустификационные пленки, сложенные чешуйками хлорита и, по химическому составу, относящиеся к группе магнезиально-железистых хлоритов. Хлоритизированные обломки пород, выполняющие поровое пространство, рассматриваются как аллотигенные образования, поскольку хлоритизация является унаследованным изменением. По химическому составу они могут быть отнесены к группе железисто-магнезиальных хлоритов. Трансформационные хлориты составляют самую большую группу и представлены высокодвупреломляющими крупнопластинчатыми, волокнисто-пластинчатыми агрегатами и являются результатом метасоматического замещения обломочных компонентов породы, таких как биотит, амфиболы, пироксены, туфы, хлоритизированные метаморфические породы. Высокое содержание хлорита фиксируется в осадках, образовавшихся в пойменных условиях за счет повышенного содержания хлоритизированных обломочных компонентов.

В триасовых отложениях гидрослюда имеет подчиненное значение по отношению к другим минералам. Микроскопически она представлена мелкими удлиненными чешуйками, находящимися в смеси с другими глинистыми минералами, и имеет преимущественно аллотигенное происхождение. В раннетриасовое время подвергались разрушению метаморфические породы, обломки которых переносились водными потоками. В процессе переноса и накопления в водоемах гидрослюда претерпевали изменения. На стадии гипергенеза происходило постепенное выщелачивание из них ионов калия и изменение химического состава. При выносе ионов калия в межпакетные промежутки попадают катионы натрия и кальция, изменяя состав обменного комплекса. В процессе переноса речной водой происходит также механическая дезинтеграция частиц гидрослюда, дальнейший вынос калия и обогащение обменного комплекса катионами кальция.

Повышенное содержание гидрослюда отмечается в алевролитах и глинах. В алевролитах ее содержание может достигать 20-30 %, в глинах – 30-40 %. В песчаниках, как правило, содержание гидрослюда не превышает 10 %, в более мелкозернистых разновидностях может достигать 20 %. В нижнетриасовых песчаниках чаще всего встречается полиминеральный цемент, в составе которого в большем или меньшем объеме присутствуют все вышеперечисленные минералы (Рис. 9).

В результате проведенных исследований установлено, что на тип, состав и характер распределения цемента оказывают влияние не только состав источников сноса, но и условия осадконакопления, а также постседиментационные преобразования отложений. По преобладанию того или иного глинистого мине-

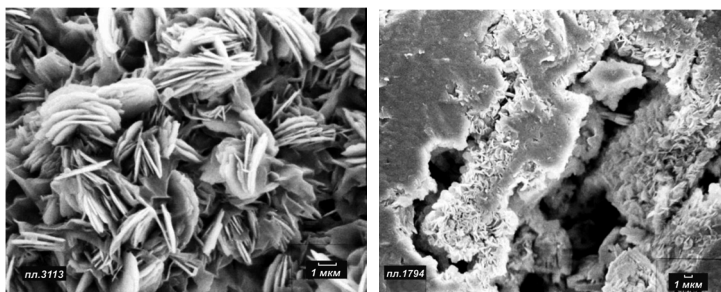


Рис. 8. Чешуйки хлорита выполняют стенки порового пространства песчаника

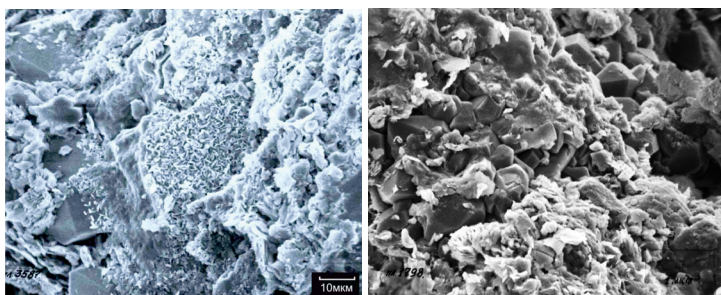


Рис. 9. Межзерновое пространство нижнетриасовых песчаников

рала в цементе песчаников выделены каолининовая, хлоритовая, смектитовая и гидрослюдистая ассоциации. Каолининовый цемент песчаников наиболее характерен для континентальных флювиальных фаций, особенно русловых. Смектитовая ассоциация наиболее характерна для пойменных, старичных и озерных фаций семиаридной зоны.

Помимо структурно-текстурных особенностей, служащих диагностическими признаками русловых отложений существуют также и минералого-петрографические, такие как структура поверхности зерен, минеральные ассоциации и связанные с ними геохимические критерии. Поверхность зерен, слагающих русловые отложения, обычно гладкая, без трещин и царапин, галька руслового происхождения обычно изометричной или вытянутой формы. Русловые отложения обогащены, как правило, кварцем (по сравнению с пойменными отложениями) из аксессуарных минералов – ильменитом, цирконом, гранатом. Дифференциация обломков происходила за счет различной динамической обстановки в русле и пойме и связана как с размерами частиц, формой, удельным весом, так и меняющейся силой потока. Глинистые минералы, пожалуй, являются наиболее чувствительными индикаторами среды осадконакопления. Так, для русловых отложений наиболее характерно повышенное содержание каолинита в цементе песчаников по сравнению с другими глинистыми минералами.

Дополнительными диагностическими признаками отложений пойменной фации служит обогащение ильменитом, рутилом, пироксеном. Осадки стариц обогащены роговой обманкой, слюдой, турмалином. Для пойменных отложений характерно повышенное содержание глинистых минералов группы монтмориллонита по сравнению с русловыми осадками.

Дополнительными критериями при фациальной диагностике служат геохимические показатели, характеризующие аллювиальные отложения в целом, и позволяющие выделять русловые и пойменные отложения. В процессе гипергенного минералообразования при аллювиальном литогенезе происходило концентрирование Si, Fe, Mn, Ca, Mg, K и Na. Наиболее подвижные формы элементов (входящие в состав легкорастворимых солей, поглощенный комплекс и т.д.) отражают условия осадконакопления. Для русловой макрофации характерны максимальные концентрации Si и минимальные Al, Ca, Mg, K, Na.

В пойменных условиях концентрируются аморфные формы Fe, Al и Si. Процессы синерезиса коллоидных соединений Fe, Al, Si и других элементов сопровождаются формированием гипергенных окислов и гидроокислов Fe, глинистых минералов и пр. Зависимости концентраций аморфных соединений Fe, Al и Si от фациальных сред могут быть использованы как геохимические показатели при реконструкции обстановок осадконакопления погребенных речных осадков (Кузнецов, 1973).

Условия седиментации определили гранулометрический состав и окатанность обломков, степень их сортировки, соответственно, конфигурацию и размеры первичных межзерновых пор. Постседиментационные преобразования привели к изменению первичного пустотного пространства. Процессы уплотнения, цементации,

регенерации способствовали его сокращению, а растворение – увеличению за счет расширения межзерновых, образованию внутризерновых микропор перекристаллизованного глинистого цемента. Выявлена хорошо выраженная зависимость фильтрационно-емкостных свойств от гранулометрического состава, сортировки обломочного материала и содержания цемента. Новообразования хлорита, пленочной гидрослюды, каолинита, а также уплотнение уменьшают объем порового пространства и снижают фильтрационные и емкостные свойства песчаных пород.

В результате проведенных исследований удалось установить, что высокая изменчивость состава и структуры минералов цемента пород-коллекторов связана с локальными фациально-палеогеографическими обстановками осадконакопления в условиях речной системы.

Дифференцированность состава и типа цемента требует индивидуального подхода, тщательного гибкого подбора технологий при определении стратегии разработки месторождений и тщательном подборе комплекса методов увеличения нефтеотдачи для различных участков месторождений для достижения максимального коэффициента извлечения нефти.

## Финансирование

Работа подготовлена при поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН № 15-18-5-21 «Закономерности размещения и условия формирования скоплений углеводородов в осадочных толщах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции»

## Литература

- Бружес Л.Н., Изотов В.Г., Ситдикова Л.М. Литолого-фациальные условия формирования горизонта Ю1 Тевлинско-Русскинского месторождения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. *Георесурсы*. 2010. № 2(34). С. 6-9.
- Дриц В.А., Косовская А.Г. Глинистые минералы: слюда, хлориты. М: Наука. 1991. 176 с.
- Ежова А.В. Строение и генезис пустотного пространства в коллекторах нефтегазоносной толщи юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область). *Литосфера*. 2007. № 4. С. 115-122.
- Зхус И.Д. Глинистые минералы и их палеогеографическое значение. М: Изд-во АН СССР. 1966. 235 с.
- Изотов В.Г. Технологическая минералогия нефтяного пласта. *Сб. материалов РМО: Современные методы минералого-геохимических исследований*. СПб. 2006. С. 140-142.
- Изотов В.Г., Ситдикова Л.М., Бружес Л.Н., Талипов И.Ф. Особенности структуры пустотного пространства коллекторов УВ юрского нефтеносного комплекса Тевлинско-Русскинского месторождения в связи с проблемой его разработки. *Георесурсы*. 2012. № 1(43). С. 6-9.
- Калантар И.З., Танасова С.Д. Фациальные критерии при стратификации континентальных отложений триаса. *Стратиграфия и литология нефтегазоносных отложений Тимано-Печорской провинции*. Л: Недра. 1988. С. 127-134.
- Косовская А.Г., Тучкова М.И. К проблеме минералого-петрохимической классификации и генезиса песчаных пород. *Литология и полезные ископаемые*. 1988. № 2. С. 8-24.
- Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. М: Недра. 1986. 247 с.
- Кузнецов В.А. Геохимия аллювиального литогенеза. Минск. 1973. 280 с.
- Мальшева Е.О., Ларионова З.В., Рябинкина Н.Н., Тимонина Н.Н. Природные резервуары в терригенных формациях Печорского нефтегазоносного бассейна. Сыктывкар. 1993. 154 с.
- Махнач А.А. Катагенез и подземные воды. Минск: Наука и техника. 1989. 335 с.

Морозов В.П., Шмырина В.А. Влияние вторичных изменений пород-коллекторов на фильтрационно-емкостные свойства продуктивных пластов БС111 и ЮС11 Кустового месторождения. *Ученые записки Казанского университета*. 2013. Т. 155. Кн.1. С. 95-98

Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей. Л: Недра. 1989. 260 с.

Файер М.М., Мамонтова Т.П. Зависимость постседиментационных изменений глинистых минералов палеозойских и мезозойских отложений Тимано-Печорской синеклизы от фациальных условий их образования. Глинистые минералы в литогенезе. М: Наука. 1986. С. 51-62.

## Сведения об авторе

*Наталья Николаевна Тимонина* – руководитель лаборатории нефтегазоносных бассейнов, канд. геол.-мин. наук, Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН

Россия, 167982, Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, 54  
Тел: +7 (8212) 24-14-50, e-mail: nntimonina@geo.komisc.ru

Статья поступила в редакцию 12.10.2016;

Принята к публикации 25.01.2017; Опубликована 30.03.2017

# Features of Composition and Cement Type of the Lower Triassic Reservoirs in the North of the Timan-Pechora Oil and Gas Province

*N.N. Timonina*

*Institute of Geology of the Komi Science Centre, Urals Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia*

**Abstract.** The work is devoted to the study of cement type and composition of the Lower Triassic deposits of the Timan-Pechora province, their influence on reservoir properties of rocks. The work was based on laboratory studies of core, generalization of published data. Morphological and genetic analysis of clay minerals was carried out using X-ray and electron-microscopic methods. As a result of the conducted studies it was established that the type, composition and distribution of the cement is influenced by the composition of demolition sources, sedimentation conditions, and post-sedimentation transformations. Kaolinite, chlorite, smectite and hydromica associations are distinguished according to the predominance of clay mineral in the sandstone cement. Kaolinite cement of sandstones is most typical for continental fluvial facies, especially channel beds. Smectite association is most characteristic of the floodplain, oxbow and lake facies of the zone. The revealed regularities will contribute to the improvement of accurate reconstruction of sedimentation conditions, construction of more adequate geological models of the reservoir, taking into account its reservoir heterogeneity both at the level of the reservoir and its constituent interlayers.

**Keywords:** oil and gas province, type of reservoirs, void, clay minerals, regeneration

## Acknowledgements

The author acknowledges support by the Programme of Fundamental Research of Urals Branch of the Russian Academy of Sciences (Grant No. 15-18-5-21).

## References

- Bruzhes L.N., Izotov V.G., Sitdikova L.M. Lithofacies Conditions of J1 Horizon Formation Within the Tevlinsko-Russkinskoye Deposit (Western Siberia). *Georesursy = Georesources*. 2010. No. 2(34). Pp. 6-9. (In Russ.)
- Drits V.A., Kossovskaya A.G. Glinistye Mineraly: Slyuda, Khlority [Clay Minerals: Mica, Chlorites]. Moscow: Nauka. 1991. 176 p. (In Russ.)
- Ezhova A.V. The Structure and Genesis of the Void Space in the Reservoirs of the Oil And Gas Bearing Strata of the Southeast of the West Siberian Plate (Tomsk Region). *Litosfera = Lithosphere*. 2007. No. 4. Pp. 115-122. (In Russ.)
- Faier M.M., Mamontova T.P. Dependence of Post-Sedimentation Changes in Clay Minerals of the Paleozoic and Mesozoic Deposits of the Timan-Pechora Syncline from the Facies Conditions of their Formation. Clay Minerals in Lithogenesis. Moscow: Nauka. 1986. Pp. 51-62. (In Russ.)
- Izotov V.G. Technological Mineralogy Of Oil Reservoir. *Sb. Materialov Rmo: Sovremennyye Metody Mineralogo-Geokhimicheskikh Issledovaniy* [Modern Methods of Mineralogical and Geochemical Research: Collected papers]. St. Petersburg. 2006. Pp. 140-142. (In Russ.)

Izotov V.G., Sitdikova L.M., Bruzhes L.N., Talipov I.F. Structure Features of Hollow Space of Hydrocarbon Collectors of the Jurassic Oil-Bearing System of the Tevlinsko-Russkinskoye Field in Connection with a Problem of Its Exploration. *Georesursy = Georesources*. 2012. No. 1(43). Pp. 6-10. (In Russ.)

Kalantar I.Z., Tanasova S.D. Facies Criteria for Stratification of Continental Deposits of the Triassic. Stratigraphy and Lithology of Oil and Gas Bearing Deposits of the Timan-Pechora Province. Leningrad: Nedra. 1988. Pp. 127-134. (In Russ.)

Kossovskaya A.G., Tuchkova M.I. To the Problem of Mineralogical and Petrochemical Classification and Genesis of Sandy Rocks. *Litologiya i poleznye iskopaemye = Lithology and Mineral Resources*. 1988. No 2. Pp. 8-24. (In Russ.)

Kotel'nikov D.D., Konyukhov A.I. Glinistye Mineraly Osadochnykh Porod [Clay Minerals of Sedimentary Rocks]. Moscow: Nedra. 1986. 247 p. (In Russ.)

Kuznetsov V.A. Geokhimiya Alluvial'nogo Litogeneza [Geochemistry of Alluvial Lithogenesis]. Minsk: 1973. 280 p. (In Russ.)

Makhnach A.A. Katagenez i Podzemnye Vody [Catagenesis and Groundwater]. Minsk: Nauka i tekhnika. 1989. 335 p. (In Russ.)

Malysheva E.O., Larionova Z.V., Ryabinkina N.N., Timonina N.N. Prirodnye Rezervuary v Terrigennykh Formatsiyakh Pechorskogo Neftegazonosnogo Basseina [Natural Reservoirs in the Terrigenous Formations of the Pechora Oil and Gas Bearing Basin]. Syktyvkar. 1993. 154 p. (In Russ.)

Morozov V.P., Shmyrina V.A. Effects of Secondary Alterations of Reservoir Rocks on the Porosity and Permeability of Productive Formations Bs111 and Us11 at the Cluster Deposit. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*. 2013. V. 155. No. 1. Pp. 95-98 (In Russ.)

Sakhigbareev R.S. Vtorichnye Izmeneniya Kollektorov v Protsesse Formirovaniya i Razrusheniya Neftyanikh Zalezhei [Secondary Changes in Reservoirs During the Formation and Destruction of Oil Deposits]. Leningrad: Nedra. 1989. 260 p. (In Russ.)

Zkhus I.D. Glinistye Mineraly i Ikh Paleogeograficheskoe Znachenie [Clay Minerals and their Palaeogeographic Significance]. Moscow: USSR Academy of Sciences. 1966. 235 p. (In Russ.)

**For citation:** Timonina N.N. Features of Composition and Cement Type of the Lower Triassic Reservoirs in the North of the Timan-Pechora Oil and Gas Province. *Georesursy = Georesources*. 2017. V. 19. No. 1. Pp. 38-44. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.1.7>

## About the Author

*Natalia N. Timonina* – PhD in Geology and Mineralogy, Chief of the Laboratory of Geology of Oil and Gas Bearing Basins, Institute of Geology of the Komi Science Centre, Urals Branch of the Russian Academy of Sciences

Russia, 167982, Syktyvkar, GSP-2, Pervomayskaya St., 54  
Phone: +7 (8212) 24-14-50

Manuscript received 12 October 2016; Accepted 25 January 2017;  
Published 30 March 2017