

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ КАРБОНАТНЫХ ПСЕФИТОЛИТОВ НИЖНЕГО ПАЛЕОЗОЯ СЕВЕРА УРАЛА: II. ТИПЫ, МОДЕЛИ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ

© 2011 г. А. И. Антошкина

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН
167892, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54
E-mail: Antoshkina@geo.komisc.ru

Поступила в редакцию 12.05.2010 г.

Карбонатные псефитолиты в разрезах среднеашгильско–нижнеэмской карбонатной формации включают восемь основных генетических типов: брекчии растрескивания, обвально-оползневые, штормовые и седиментационно-диагенетические, брекчии и конглобрекчии рифовые, дебитных потоков и подводных каналов, плоскогалечные конгломераты литоральных желобов. Формы их аккумуляции представлены в виде элювия физического и штормового, элювия физического и химического, коллювия склонового. Они отражают разные аспекты формирования: палеогеографию, палеогеоморфологию, климатические условия, колебания уровня моря и литогенетические процессы, что позволило разработать ряд моделей, важных для литогеодинимической реконструкции истории Тимано-Североуральского седиментационного бассейна в раннем палеозое. Разнообразие карбонатных псефитолитов и масштабность их развития отражают нестабильный тектонический режим осадочного бассейна во время формирования среднеашгильско-нижнеэмской карбонатной формации, характеризующей период структурной перестройки Печорской плиты.

Ключевые слова: *карбонатные псефитолиты, генетические типы, брекчиеобразование, модели формирования, нижний палеозой, север Урала.*

ВВЕДЕНИЕ

Приведенный в предыдущем сообщении [4] обзор карбонатных псефитолитов, описанных в отечественной и зарубежной литературе, начиная с 20-х годов прошлого столетия, выявил широкий диапазон обстановок их распространения. Он включает большое разнообразие типов, отражающих разные фациальные условия, динамические обстановки и литогенетические процессы их формирования. Однако типы карбонатных обломочных пород представлены в географически разных регионах, широкого стратиграфического диапазона и проследить их взаимоотношения с определенными геологическими процессами в каком-то конкретном регионе не представлялось возможным.

Задача данной работы состоит в том, чтобы определить условия образования карбонатных псефитолитов, развитых в составе среднеашгильско–нижнеэмской формации, выявить их связь с тектонической эволюцией Североуральского региона в раннем палеозое.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ И МОДЕЛИ ОБРАЗОВАНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПСЕФИТОЛИТОВ

Согласно классификации В.Т. Фролова [17], выделившего шесть генетических классов среди осадочных пород, псефитолиты относятся к механо-

генному классу. Так как в основе генетического анализа лежат первичные признаки породы, образовавшиеся под влиянием определенных способов или механизмов переноса и накопления материала, то главным в генетической типизации является ведущий геологический процесс и способ формирования. Поэтому генетический тип фактически определяет модель формирования конкретного геологического тела. Классификация и установленные устойчивые количественные соотношения структурных компонентов и фауны позволили выявить широкое разнообразие генетических типов. Основными критериями для этого служили литологические, палеонтологические и палеоэкологические характеристики, стадийность вторичных преобразований.

Как показали исследования нижнепалеозойских отложений севера Урала, механизмы и способы формирования геологических тел карбонатных псефитолитов весьма разнообразны (табл. 1). Они формировали элювиальные и коллювиальные образования в обстановках разных фациальных поясов карбонатной платформы: супралиторали, литорали, шельфовой лагуны, рифовой отмели и континентального склона. Размеры геологических тел псефитолитов колеблются от 0.6–2.5 м до 60 м по мощности, а протяженностью достигают 4 км.

Карбонатные брекчии и конглобрекчии простого строения, описанные в предыдущем сообщении, не

Таблица 1. Типизация нижнепалеозойских карбонатных псефитолитов севера Урала

Генетический тип	Форма аккумуляции	Механизм формирования	Основной геологический процесс	Обстановка	Форма и размер геологических тел
Брекчии растрескивания	элювий физический	седиментационно-дезинтаграционный – физическое выветривание	субаэральное осушение	рифовый гребень, зарифовая лагуна	участки до 10х10 м в рифах, пласты до 20 см
Брекчии и конглобрекчии рифовые	элювий физический	механический – гидрогенный, приливно-отливный	волновая абразия	рифовое плато на окраине шельфа	линзовидные тела до 5-10 м
Брекчии и конглобрекчии дебридных потоков	коллювий склоновый	механический – гравитационный, подводный осыпной	обрушение и транспортировка	континентальный склон	пласты и линзы 0.6-2.5 м
Брекчии и конглобрекчии подводных каналов	коллювий склоновый	механический – гравитационный подводный обвальный	тектоническая деструкция	каньон континентального склона	толща до 70 м и площадью > 2 км с эрозионной нижней границей
Брекчии обвально-оползневые	коллювий присклоновый	механический – гравитационный подводный	тектоническая деструкция	внутришельфовая впадина	толща мощн. до 30 м и длиной > 4 км
Брекчии седиментационно-диагенетические	Элювий физический и химический	дезинтаграционный – физическое выветривание – диагенетический химический – самосадочный	субаэральное раскалывание + вадозный диагенез	супралитораль, литораль	тело длиной > 4 км и мощн. до 40 м с эрозионными границами
Брекчии штормовые (темпеститы)	элювий штормовой	обвально-оползневый, механический – гидрогенный, волновой прибой	волновая абразия	сублитораль, рампы - базис действия волн	пласты до 20 см
Конгломераты плоскогалечные	элювий физический	механический – гидрогенный приливно-отливный	волновая абразия	литоральные желоба	линзовидные тела 5-10 см

являются генетически сложными образованиями, их происхождение определяется, как правило, одним механизмом. Модели формирования таких геологических тел всегда распознаваемы и не представляют большой проблемы для расшифровки их истории. Таким примером могут быть брекчии растрескивания и рифовые брекчии и конглобрекчии, а также брекчии штормовые и плоскогалечные конгломераты литоральных желобов.

Генетический тип штормовых брекчий. В большинстве случаев – это одиночные циклиты толщиной от 2 до 12 см с разной степенью выраженности градиционной слоистости. Обычно они связаны с зоной сублиторали, о чем говорит ассоциация со слоистыми иловыми и биотурбированными глинисто-карбонатными осадками в пределах средней и более глубоководной частей платформы. Это открытоморские обстановки, где действие штормовых волн распространяется на большие расстояния. При этом слоистые иловые осадки являются фоновыми отложениями. Темпеститы могут быть проксимальными (разрезы гряд Черны-

шева и Чернова) и дистальными (разрезы Приполярного и Северного Урала). Об этом говорят размеры битой ракушки, захороненной в них, размеры и окатанность литокластов, иногда в виде уплощенных галек (см. рис. 1 в [4]). Штормовые брекчии хорошо выделяются в разрезах и прослеживаются иногда на значительные расстояния. Они фиксируют резкое нарушение хода осадконакопления. В брекчиях верхнеордовикского и верхнесилурийского возраста присутствуют преимущественно представители донных сообществ, образуя темпеститовые ракушечники, в которых смешан материал из разных экологических зон. Возможно, такие образования правильнее называть биотемпеститами.

Генетический тип брекчий растрескивания достаточно широко распространен среди обломочных карбонатов, характерных не только для нижнего палеозоя исследуемого региона. Их образование связано с выводом не полностью литифицированных осадков в приповерхностную супралиторальную зону, где они подвергались осушению и растрескиванию. Именно этим объясняется частая ассоциа-

ция брекчий растрескивания со строматолитами приливно-отливных равнин, отложениями лагун (рис. 1а в [4]) и фронтальной зоной рифов. Брекчии с присутствием неокатанных или окатанных в разной степени обломков характеризуют межстроматолитовые или межбиогермные полости, где скапливался материал разрушающихся построек.

Генетический тип рифовых брекчий и конглобрекчий как самостоятельный выделен в связи с их приуроченностью к рифовым толщам, играющим в составе среднеашгильско-нижнеэмской карбонатной формации севера Урала существенную роль. Они распространены во фронтальной зоне рифового плато (линзы, пятна, прослои внутри рифовой толщи), межбиогермные заполнения, на границах лагунных и биогермных образований в тыловой части рифа или внутририфовой лагуны.

Генетический тип брекчий и конглобрекчий дебритных потоков (рис. 1б, г, д [4]). Многообразие и довольно широкое распространение этого типа коллювиальных грубообломочных пород определяется их генетической связью с разрушением нижнепалеозойских рифов во время их развития. Механизм формирования большинства такого рода дебритных потоков широко известен и не представляет сложности в расшифровке генезиса. Остановимся подробнее на трех разновидностях (А, Б, В).

А. Среди геологических образований данного генетического типа более сложный состав характерен для рифовых брекчий Пай-Хоя. Мощные брекчии раннелудловского возраста, развитые на Пай-Хое в районе мыса Белый Нос, по мнению В.П. Шуйского [18], имеют отчетливый седиментационный генезис. Рифовые обломки с раннелудловской фауной в них цементируются хомогенными сингенетичными инкрустационными кальцитовыми корками, а заполнителем является биокластовый материал. Биоморфные известняки редко встречаются в виде линзовидных тел, заключенных среди биокластики, так как в подавляющей массе наблюдаются только продукты их разрушения. Мелкие обломки мегаломусовых известняков находятся в таких же соотношениях с разными типами цементирующей массы, как и прочие кластолиты, поэтому они попали в состав брекчий на стадии седиментации, а не позднее. В пользу этого вывода говорит и тот факт, что в южной части мыса Белый Нос присутствует разновозрастный горизонт с включениями таких же мегаломусовых известняков. В коренном залегании подобные породы нигде не встречены в этом районе.

Важно отметить, что известняки с бивалвиями *Megalomus* являются характерным литотипом маршрутинской свиты севера Урала [5]. В настоящее время свита относится к телическому ярусу, что позволяет предположить модель формирования нижнелудфордских брекчий на побережье Югорского пролива как проксимальных гетерогенных де-

бритных потоков. Обилие обломочного материала, включающего при этом разновозрастные обломки, может быть связано с одновременными глобальными и региональными тектоническими и эвстатическими событиями, выводящими более древние и более молодые отложения в зону абразии волн.

Такое предположение вполне согласуется с глобальным падением уровня моря в конце лландоверии [25] и начавшейся коллизией между палеоконтинентами Балтика и Лаврентия в позднем силуре. Например, в силуре Швеции и Норвегии накопление мощных обломочных осадков как отражение начинающейся коллизии отмечено уже в позднем лландоверии [22]. На границе лландоверии и венлока характерно глобальное падение уровня моря, а в Тимано-Североуральском регионе резкое обмеление наиболее отчетливо проявляется выпадением нижнего венлока на Приполярье Урале [26] и формированием кор выветривания в разрезах Хорейверской впадины [20]. Позднее, в конце раннего лудфордия (граница гердьюского и гребенского надгоризонтов) вновь было глобальное падение уровня моря, вызвавшее резкое обмеление Тимано-Североуральского морского бассейна. Оно сопровождалось засолением зарифовых лагун, обширной доломитизацией и выщелачиванием кровли гердьюских отложений.

Вполне вероятно, что это обширное по протяженности и мощное орогенное тектоническое событие могло инициировать формирование нового абриса карбонатной платформы после глобального эвстатического затопления в маршрутинское время позднего лландоверии (теличия). Исходя из выше перечисленного, можно предположить, что присутствие обломков мегаломусовых известняков было обусловлено трансформацией в результате тектонических движений платформы-рампы в платформу-шельф с развитием на ее бровке рифовой структуры. В результате резкого обмеления в конце раннего лудфордия и последующей трансгрессии в позднем лудфордии (раннегребенское время) происходило накопление проксимального дебрита уже нижнелудловских рифов.

Б. Несколько необычным среди геологических тел данного генотипа являются известняковые конглобрекчии р. Б. Уса, в районе устья р. Няю на Полярном Урале, входящие в состав нижнелохковских отложений [2]. Состав и разная степень окатанности, неравномерность распределения и несортированность обломочного материала свидетельствуют о непродолжительной транспортировке обломочного потока в условиях довольно пологого склона. Источником являлся риф, расположенный в районе р. Няю, включавший в свою структуру слоистые пачки. Так, обломки темно-серых илово-зернистых известняков, часто плитчатой формы, характеризуют отложения внутририфовых лагун, а обломки серых и светло-серых массивных известняков биокласто-

вых и биогермных – типичные рифовые образования. Субпараллельная ориентировка обломков (рис. 1д в [4]), возможно, говорит о присутствии направленного вдольсклонового течения, а не о проявлении тектонического будинирования, т.к. породы, вмещающие конглобрекций, не имеют подобных структур.

В. Верхнелудфордско-пржидольские циклично сложенные проксимально-дистальные известняковые конглобрекций в разрезе р. Илыч, выше устья р. Б. Косью, характеризуются уменьшением вверх по разрезу мощности циклитов и самой толщи конглобрекций, и размеров обломков. Кроме того, в кровле циклитов и верхней части разреза отчетливо возрастает окатанность обломочного материала (рис. 1г в [4]). Эти особенности строения свидетельствуют о характере турбидных шлейфов в средней части карбонатной рампы с отчетливым переходом проксимальных брекчий в дистальные конглобрекций внутри циклита.

Формирование толщи с конглобрекциями происходило во время позднеудфордской (раннегребенской) трансгрессии, после вывода рифа в середине лудфордия в зону эрозии. Периодичность поступления рифового дебриса, разделяемого слоями илово-зернистых известняков с текстурами биотурбации, вероятнее всего была обусловлена периодичностью тектонических подвижек. Именно этим можно объяснить цикличное строение самой толщи и градационный тип распределения обломочного материала внутри циклитов.

Генетический тип брекчий и конглобрекций подводных каналов (рис. 2а–в в [4]). Отличительными чертами псефитолитов лландоверийско-венлокской манюкской свиты на Приполярном Урале (р. Кожим, район устья р. Балбанью) от других склоновых образований, являющихся продуктами разрушения карбонатных склонов [24], можно назвать следующие. Это, прежде всего, отсутствие глубоководных отложений в составе обломков и во вмещающих отложениях, хотя набор основных признаков образований дебритного потока налицо: плохая сортировка, смесь угловатых и полуокатанных обломков разного размера, беспорядочная текстура, отсутствие градационной слоистости и отчетливой стратификации. Кроме того, важным является локальность распространения и обусловленность влиянием тектонического фактора. Здесь в основании рифа Балбанью представлен разрез обломочного потока верхней части подводного каньона на окраине шельфа.

На данной территории в среднем лландоверии (азроне) существовала карбонатная платформа рампового типа, где формировались отложения ручейной свиты. Основными признаками глубоководно-шельфовых обстановок являются тонкоплитчатое сложение пород, слойчатость, тонкий раковинный материал, обилие криноидного алевролита, присутствие кремней в виде прослоев и конкреций, темный цвет пород.

В конце азрония на окраине карбонатной платформы развивались рифы, поэтому открыто-шельфовые условия сменились обстановками закрытого шельфа с формированием небольших пэтч-рифов в районе руч. Лолашор [2]. Присутствие в обломочной части конглобрекций рифовых пород с конодонтами позднеазронского возраста свидетельствует о росте рифовых построек и на окраине шельфа. Подобные рифы-бугры в верхней части континентального склона описаны на руч. Закола, притоке р. Илыч (Северный Урал).

Раннетелическая трансгрессия способствовала распространению фаций открытого шельфа по всему бассейну, а регрессия на границе лландоверийско-венлока вызвала эрозию карбонатной платформы. Такое развитие событий привело к образованию коры выветривания в разрезах Хорейверской впадины [20] и отсутствию отложений нижнего венлока на Приполярном Урале [26].

Основываясь на генетических особенностях, формирование карбонатных псефитолитов манюкской свиты можно представить следующим образом (рис. 1).

Заложение подводного каньона в верхней части континентального склона в районе Кожимского поперечного поднятия, возможно, было инициировано флексурами на его окраине. Возникновение разломов могло быть обусловлено тектоническими подвижками фундамента Печорской плиты. Крупные блоки пород ручейной свиты оказались в основании потока и формировали нижние слои манюкской свиты – мегабрекчий.

В обломочный поток включаются рифогенные породы позднеазронского возраста, залегающие на ручейной свите. Их фрагменты появляются в средней части конглобрекций. Обломки зарифовых отложений филипппельского горизонта, расположенных западнее, хорошо выделяются по плитчатым серым доломитам с ламинарной и строматолитовой слоистостью и наблюдаемой ориентированности между крупными плитчатой формы обломками светлых рифогенных доломитов (рис. 17, 18 в [1]). Они распространены также и в средней части толщи, но несколько выше обломков рифовых пород по разрезу конглобрекций, т.е. отражают продвижение каньона.

Затем в составе обломочного материала появляются разнообразные органогенные породы маршрутинского горизонта с многочисленной и разнообразной фауной. Кроме того, в верхней части толщи конглобрекций на правом берегу р. Кожим, в районе порога Манюку, отмечены крупные обломки светлых рифогенных доломитов, из которых, как и из цемента конглобрекций П. Мянником определены конодонты позднего теличия–раннего шенвудия? [21]. Возможно, с этого времени (устьдурнаюское) на окраине шельфа, на фундаменте из обломочного потока возобновилось рифообразование (риф Балбанью). Рост рифа на границе лландоверийско-венлока был приоста-

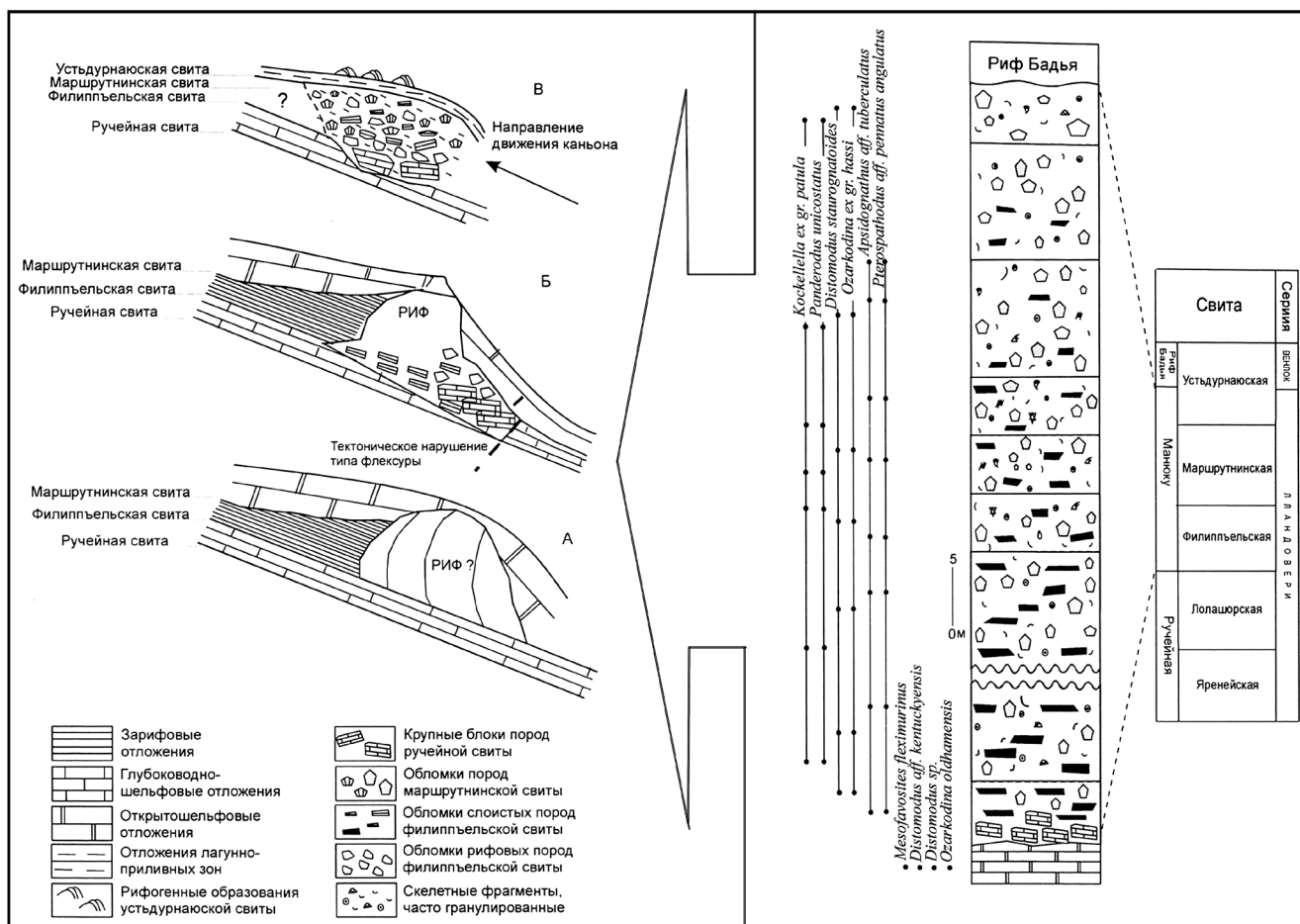


Рис. 1. Модель формирования конглобрекций манюковской свиты (генетический тип подводных каналов), р. Кожим, Приполярный Урал.

В правой части схемы приведен схематический разрез конглобрекций и определения конодонтовой фауны. В левой части – последовательность изменения разреза окраины шельфа. А–В – стадии формирования.

новлен обмелением и эрозией, о чем свидетельствует 9-метровая пачка рифовых брекчий и гравелитов.

Исходя из определений конодонтов в цементе верхних слоев конглобрекций, время формирования манюковской свиты можно считать позднепликатско-раннепелликуломским? Источником материала обломочного потока служили отложения окраины шельфа – тонкоплитчатые микролитические и биокластовые известняки ручейной свиты, массивные рифовые и слоистые зарифовые известняки филиппельского горизонта, биокластовые известняки маршрутининского горизонта и биогермные породы нижнеустьдурнаювской подсвиты. Доломитовый состав породы приобрели в результате наложенных постседиментационных процессов уральского орогенеза [2, 19].

Генетический тип обвального-оползневого брекчий. Впервые генезис известняковых брекчий на гряде Чернышева (р. Уса, в районе дер. Адак) как оползневый установил О.Л. Эйно в 1942 г. Подобные образования были отмечены и в других разрезах гряды Чернышева [13, 14 и др.]. Позднее автором было

проведено их детальное литологическое изучение в разрезе р. Усы, на основании которого генезис был определен как обвального-оползневого [6]. Сторонники тектонической природы этих брекчий связывают их образование с формированием аллохтонной структуры гряды Чернышева [11, 19 и др.].

Литологические и палеонтологические данные описываемых брекчий позволяют сделать следующие выводы о них, как о конкретном геологическом теле мощностью 25–30 м. 1. Состав пород преимущественно глинисто-известняковый. 2. Основные группы составных компонентов имеют определенную стратификацию. 3. За исключением верхней пачки наиболее глинистых слоев, перекрывающих брекчий, по возрасту они коррелируются с хорейверской терригенно-сульфатно-доломитовой свитой Тимано-Печорской провинции и преимущественно доломитовой верхнемалотавротинской подсвитой Приполярного Урала. 4. Перекрываются брекчий глинистыми тонкоплитчатыми и органогенными известняками, широко распространенными

ми в составе брекчии. 5. Новообразованные кальцитовые трещины в значительной степени затрагивают и вмещающие брекчию породы. 6. Толсто-плитчатые микрозернистые известняки, подстилающие брекчию, сопоставляются с нижнемалотавротинской подсвитой.

Приведенные выше состав пород и строение изученного разреза не позволяют согласиться с точкой зрения В.В. Меннера и Н.Б. Рассказовой [11] о первичном терригенно-сульфатно-карбонатном составе осадков, т.е. с катагенно-тектонической природой верхнеордовикских брекчий. Кроме того, терригенно-сульфатно-доломитовые отложения, вскрытые в Косью-Роговской впадине и Печорской синеклизе, имеют мощности от 200 до 1500 м [8, 15 и др.], что на порядок выше мощности известняковых брекчий (25–30 м).

Чисто тектонический фактор, на что, по мнению В.В. Юдина [19], указывает наличие толщ разной компетентности (карбонаты и сульфаты) при формировании надвиговой структуры гряды Чернышева, также не может быть определяющим по следующим причинам. 1. Перекрывающие отложения имеют много типов пород, общих с обломками брекчии. 2. В составе брекчии среди органогенных и микрозернистых известняков присутствуют глины, аргиллиты, глинистые известняки и доломиты, отражающие первичную пластичность осадков. 3. Подстилающие слои представлены чисто карбонатными породами. 4. Новообразованный кальцит распределен участками и по трещинам, секущим одновременно цемент, обломки и фрагменты изогнутых пластов, и присутствует как в брекчии, так и во вмещающих слоях, что говорит о неоморфных преобразованиях уже после формирования брекчии. 5. Наибольшее число крупных фрагментов отмечается в нижних слоях брекчии, а мелкие складки северо-западного направления – преимущественно в верхних.

Для обоснования авторской точки зрения на их происхождение рассмотрим условия седиментации в среднем и позднем ашгилии. В позднемалотавротинское время крайне мелководный шельфовый бассейн характеризовался многообразием обстановок осадконакопления. На окраине шельфа развивался риф, в зарифовой области, на территории современного западного склона Урала, накапливались микрозернистые ламинарные доломиты с присутствием глинистого материала и частыми трещинами усыхания на поверхности слоев. В западной части шельфовой лагуны, на территории современных впадин Предуральяского краевого прогиба и Печорской синеклизы, шло формирование мощных терригенно-сульфатно-доломитовых осадков до образования каменных солей в конце позднемалотавротинского времени. Это свидетельствует об аридном климате и интенсивном прогибании в этих участках бассейна. На исследуемой территории накапливались известковые микрозернистые и органогенные осадки, чередующиеся с глинистыми

ми в условиях шельфовой, вероятнее всего, некомпенсированной впадины. Об этом говорит небольшая мощность брекчий, присутствие прослоев известковых глин и аргиллитов и угнетенные формы (преимущественно мелкие гастроподы) эвригалинной моноксонной фауны.

В формировании таких брекчий участвовал целый комплекс геологических процессов. Поэтому можно предположить следующую модель их формирования (рис. 2). При становлении рифтогенной окраины Печорской плиты процессы растяжения вызывали образование криволинейных разрывов (“листрических сбросов”), которые захватывали территорию гряды Чернышева и Косью-Роговской впадины [15, с. 72]. Эти разрывы, возможно, способствовали обособлению блоков с разными скоростями погружения. Активизация древних разломов на их границах началась после образования довольно массивного сложения илово-биокластовых известняков, подстилающих брекчию.

Перекрывающие глинистые, микрозернистые и органогенные с прослоями глин известняки еще не были полностью литифицированы, когда на границе с современной Косью-Роговской впадиной (интенсивно погружающаяся область/блок) возникла довольно узкая зона поднятий. Она имела северо-западный наклон осевых плоскостей в сторону области накопления известково-глинистых отложений. Именно такое направление складок дало основание В.В. Юдину [19, с. 104] отрицать оползневой характер брекчии.

По его мнению, оползание могло происходить только в сторону погружающейся окраины континента, т.е. в юго-восточном направлении. Формирование предполагаемого блока, разделявшего крупную восточную и существенно меньшего размера западную впадину, вероятно, завершилось не в самом конце позднемалотавротинского (хорейверского) времени. Об этом говорит залегание над брекчией 11-метровой пачки глинистых микрозернистых и органогенных известняков. Перекрывающие их вторичные доломиты яптикшорской (салюкинской) свиты имеют регионально сходный состав открыто-шельфовой разнообразной бентосной фауны позднего ашгилла [2, 5]. Брекчии с интенсивной трещиноватостью, участками с притертой верхней поверхностью пород кровли, присутствием мелкообломочных участков с фрагментами аргиллита и неоморфными преобразованиями приобрели окончательный вид уже при формировании надвиговой структуры Адакской чешуи и собственно гряды Чернышева.

Следовательно, образование известняковой обвального-оползневой брекчии среднего ашгилла произошло среди частично литифицированных осадков в толще, которая заключала в своем составе значительное количество известковистых глин, аргиллитов, пелитоморфных, микрозернистых и органогенных известняков, а также, возможно, и глинистых седиментационно-диагенетических доломитов. Оползание карбонатов было результатом проявления

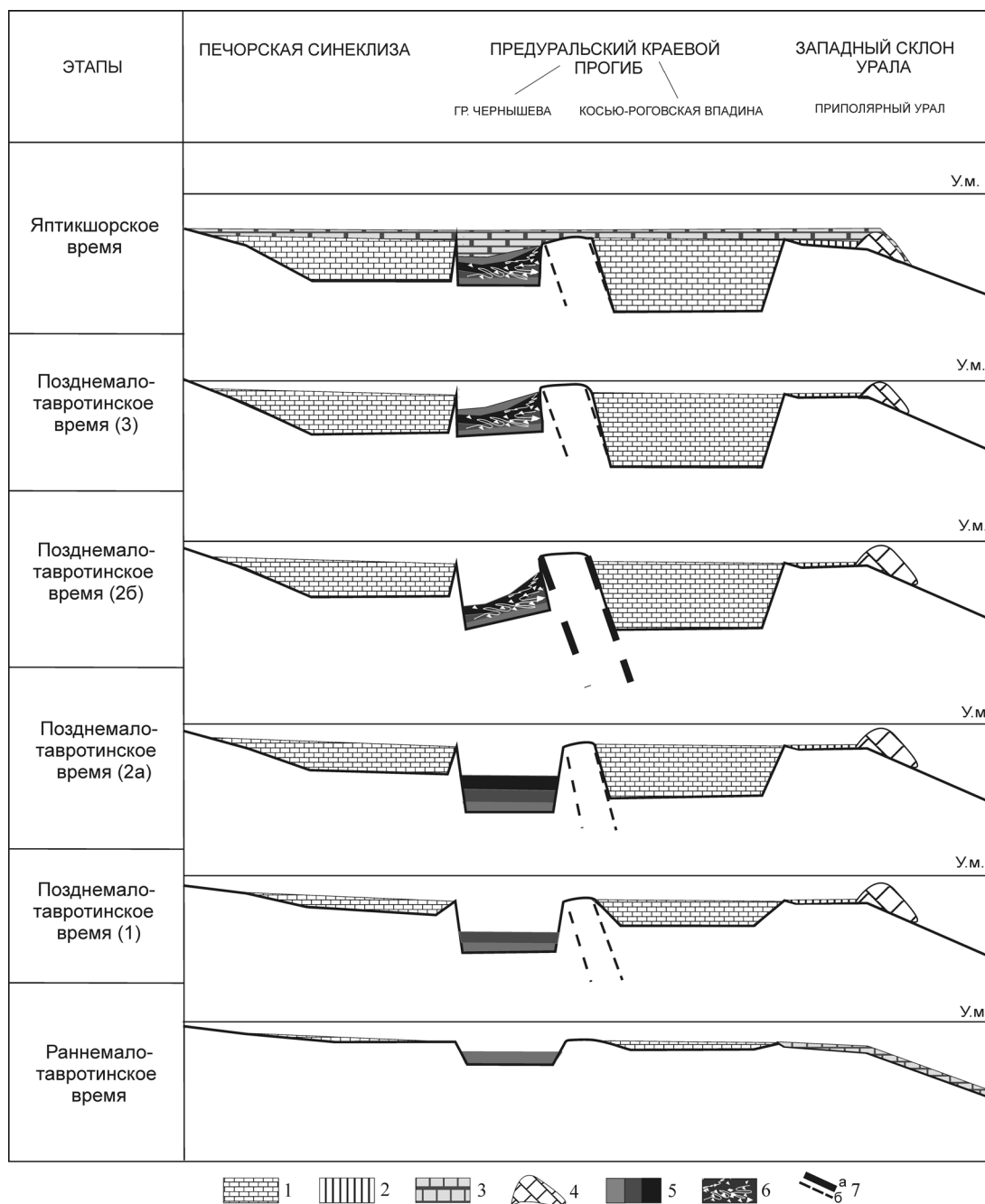


Рис. 2. Модель формирования верхнеордовикских известняковых брекчий (генетический тип обвально-оползневых брекчий), р. Уса, район устья р. М. Адак, гряда Чернышева.

1 – терригенно-сульфатно-карбонатные отложения лагун; 2 – карбонатные отложения зарифовой лагуны; 3 – глинисто-карбонатные отложения открытого шельфа; 4 – риф; 5 – глинисто-карбонатные отложения впадины; 6 – обвально-оползневая брекчия; 7 – предполагаемые нарушения: а – активные, б – пассивные.

определенной тектонической активности Печорской плиты во время формирования Печоро-Колвинской системы внутриплитного рифта в позднемалотавротинское время на границе блоков с различными скоростями погружения, являющихся отражением структуры фундамента и его рельефа. Тектонические подвижки первоначально вызывали обвалы пластов разного состава, а затем в действие вступали механизмы

оползания. В результате нижние горизонты брекчий характеризуются наибольшим скоплением глыб различных размеров и очертаний. При движении верхние слои толщи слабее подвергались брекчированию и поэтому имеют облик гофрированных складок.

Генетический тип седиментационно-диагенетических брекчий. Среди многообразия нижнепалеозойских карбонатных псефитолитов эти брек-

чии весьма нетипичны. У них своеобразное строение, присутствует цемент разных генераций, поэтому их интерпретация требует дополнительного физико-химического обоснования. Литологические исследования нижнехирнантских доломитовых брекчий бадъяшорской свиты мощностью до 60 м показали, что история их формирования включает несколько этапов, последовательно сменяющих друг друга (рис. 3). Наличие теневых биокластовых, микробиальных, сгустковых, комковатых и обломочных структур в компонентах доломитовых брекчий свидетельствует о наложенной доломитизации. Примазки черного органического вещества в межзерновом пространстве всех компонентов породы и в парастилолитах говорят о его приуроченности к более поздним процессам, происходившим во время тектонической перестройки региона, связанной с формированием складчатого сооружения Урала. Для уточнения генезиса и последовательности вторичных преобразований таких карбонатных псефитолитов в дополнение к литологическим исследованиям использовались методы электронного парамагнитного резонанса и рентгенолюминесценции [9]. Проведенные спектроскопические исследования показали, что в поздних генерациях цемента, наряду с привнесом терригенных ионов железа и марганца, обнаруживается частичное наследование примесных составов катионной и анионной подрешеток карбонатов. Концентрации всех примесных электронно-дырочных центров монотонно спадают к цементу поздней генерации [9, рис. 5], а следы этих центров регистрируются даже в доломите цемента последней генерации. Полученные результаты подтверждают: 1) автохтонное образование карбонатных брекчий; 2) недиагенетическую цементацию в условиях наименее мористых, где воздействие континентального сноса весьма ощутимо, и 3) последовательность неоморфных преобразований.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НИЖНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ КАРБОНАТНЫХ ПСЕФИТОЛИТОВ НА СЕВЕРЕ УРАЛА

Североуральский регион является восточной частью Тимано-Североуральского литосферного блока, расположенного в северо-восточной части Европейской платформы. Начальный этап формирования Североуральской континентальной окраины отражает формационная триада (терригенная–терригенно-карбонатная–карбонатная) нижнего палеозоя [16]. Исходя из состава отложений [7], кембрийско–нижнеордовикскую терригенную формацию можно отнести к межконтинентально-рифтовому этапу, в результате которого произошло раскрытие Палеоуральского океана. Сменяющая терригенную (фалаховую) среднеордовикско–нижнеашгильская терригенно-карбонатная (платамовая) формация, распространяясь на клиноформные шлейфы, выполаживает рифтогенные тер-

расы и продолжает формирование пассивной континентальной окраины как карбонатной платформы, отражая уже пострифтовый этап развития. В строении среднеашгильско–нижнеэмской карбонатной (калейдовой) формации отчетливо проявляется влияние чередующегося пассивного внутриплитного рифтогенеза и пострифтового погружения, отраженного в периодической трансформации платформ-рампы в платформы-шельфы (рис. 4).

Карбонатное осадконакопление являлось типичным для эпиконтинентальных морей Печорской плиты, начиная с карадокского времени. Сложно построенная среднеашгильско–нижнеэмская формация характеризуется чрезвычайно контрастным сочетанием карбонатных платформ-шельфов и платформ-рампы. Признаком, объединяющим такое седиментационное разнообразие в единую формацию, является интенсивное рифообразование на окраинах платформ-шельфов в раннем палеозое. Во время образования среднеашгильско–нижнеэмской калейдовой формации неоднократно наблюдалось последовательное выдвигание мелководных фаций в периоды регрессий в область батиаля. Это приводило к расширению платформ-шельфов за счет склоновой аккумуляции карбонатного, глинистого, терригенного и обломочного материала и отражалось в смещении рифов в сторону глубоководного бассейна.

Анализ разреза среднеашгильско–нижнеэмской



Рис. 3. Схема последовательности процессов, формирующих верхнеордовикские (нижнехирнантские) доломитовые брекчий бадъяшорской свиты (генетический тип седиментационно-диагенетических брекчий), р. Кожим, Приполярный Урал.

Пришлифовка Ко-76-11: А – вадозный тип цементации с участием фреатического, Б – мористо-вадозный тип цементации, В – фрагменты исходной породы.

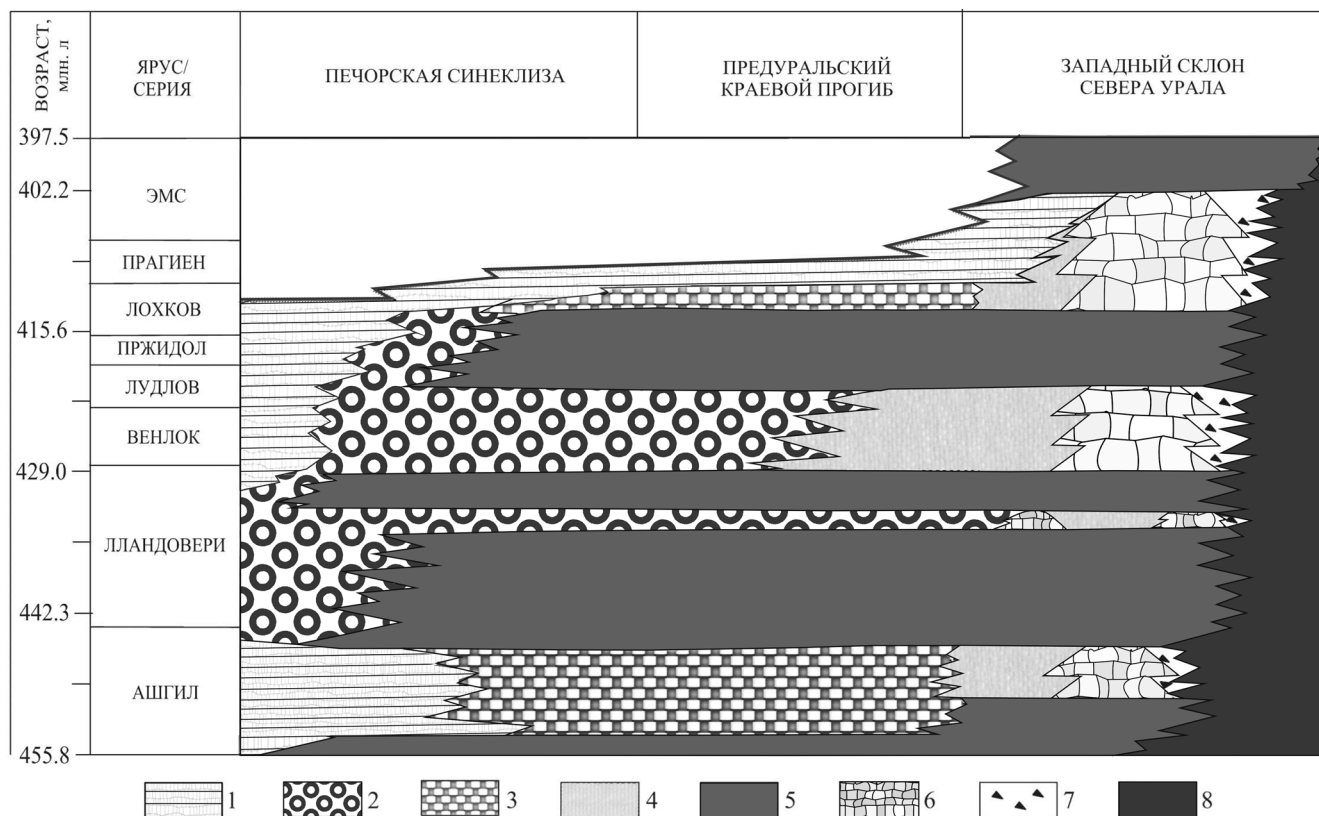


Рис. 4. Фациальный разрез среднеашгильско–нижнеэмской карбонатной (калейдовой) формации с подстилающими и перекрывающими отложениями и соотношением субформаций.

1 – прибрежная аллювиальная и озерно-болотная равнины; 2 – приливно-отливные равнины; 3 – засоленные равнины, до себх; 4 – шельфовые лагуны с нарушенным водообменом (тип платформы-шельфа); 5 – сублитораль (тип платформы-рампы); 6 – рифовые отмели; 7 – континентальный склон; 8 – батияль.

калейдовой формации показал отчетливую закономерность в ее строении, позволившую выделить ряд субформаций: сульфатно-карбонатные, глинисто-карбонатные и карбонатные [3]. В основании залегают мощная сульфатно-карбонатная толща, значительную часть составляют глинисто-карбонатные отложения, чередующиеся с карбонатными и сульфатно-карбонатными, а завершает разрез карбонатная субформация со значительным участием в ее западных грациях терригенных пород. Закономерное сочетание таких геологических тел в составе формации и латеральный ряд граций внутри них является результатом периодической смены седиментационных обстановок платформ-шельфов и платформ-рампы.

Позднеордовикский внутриплитный пассивный рифтинг во время формирования Печоро-Колвинской системы Печорской плиты [10, 15] привел к заложению первых внутришельфовых впадин. Это определило дифференциацию карбонатного и сульфатно-карбонатного осадконакопления и способствовало, наряду с благоприятными палеогеографическими условиями, появлению верхнеордовикских рифов на севере Урала. Они были приурочены к приподнятым блокам краевой части плиты на Полярном, Приполяр-

ном и Северном Урале, слагающим в современном западном склоне севера Урала поперечные структуры. Индикатором этого крупного тектонического события является не только резкая дифференциация фаций, но и образование обвально-оползневых брекчий на гряде Чернышева. Наиболее ярким примером таких брекчий является описанный выше разрез на р. Уса.

Формирование нижнехирнантских седиментационно-диагенетических брекчий бадьяшорской свиты также могло быть отражением тектонической нестабильности на Кожимском поперечном поднятии, тем более, что во время раннего хирнанта было резкое падение уровня моря, связанное с заключительной фазой позднеордовикского оледенения [23]. Территория Кожимского поперечного поднятия ранее, а затем и позднее, характеризовалась тектонической активностью [7, 12, 19]. Довольно частая в позднем ордовике и конце лландовери трансформация абриса окраины карбонатной платформы, проявляющаяся в резкой смене глубоководных и мелководных фаций, вплоть до осушения [20, 21], вероятнее всего, являлась следствием тектонической нестабильности сложной структуры окраины Печорской плиты. Возможно, пролонгированным результатом рифтинга было обра-

зование лlandoверийских карбонатных псефитолитов генетического типа подводных каналов манюкской свиты, развитых восточнее нижнехирнантских брекчий. На ордовикско-раннедевонском этапе становления Тимано-Печорского седиментационного бассейна нисходящие тектонические движения имели наиболее интенсивный характер в восточной части морского бассейна, где развивались постумные структуры, унаследованные в значительной степени от внутренней структуры и рельефа фундамента [10].

В карадоке, в связи со становлением Уральской палеорифтовой системы, проявился пассивный рифтинг с образованием небольших по размеру сдвигово-надвиговых грабенообразных впадин. Отдельные разломы рифейского и венд-раннекембрийского заложения в той или иной степени проявляли активность в течение периода изостатического выравнивания и начальной стадии следующего **Pz-Mz геодинамического** цикла эволюции региона. По мнению Н.И. Тимонина [15], формирование Печоро-Колвинской внутриплитной рифтовой системы произошло, вероятно, в позднем ордовике-раннем силуре.

Завершая рассмотрение особенностей развития нижнепалеозойских отложений Североуральского региона, отметим, что формационная триада (фалаховая-платамовая-калейдовая, по терминологии А.И. Елисеева [16]) нижнего палеозоя отражает эволюцию формирования североуральской пассивной континентальной окраины. При этом калейдовая формация является важным завершающим звеном этой триады и именно поэтому характеризуется таким сложным строением с отчетливо проявляющимися чертами чередующегося влияния пассивного внутриплитного рифтогенеза и пострифтового погружения, запечатлевшиеся в чрезвычайно пестром составе литокомплекса. Значение калейдовой формации, следовательно, состоит в том, что она характеризует переломный этап в раннепалеозойской эволюции североуральской континентальной окраины. С конца раннего девона формируется новый структурный этаж Тимано-Печорского осадочного бассейна. Проведенная генетическая типизация нижнепалеозойских карбонатных псефитолитов показала, что калейдовая карбонатная формация, выделяющаяся наибольшей пестротой литологического состава, характеризуется широким спектром и масштабностью развития генетических типов механогенного и элювиального классов, что свидетельствует о нестабильном тектоническом режиме североуральского осадочного бассейна в этот период.

Проявление внутриплитного пассивного рифтинга влияло на распределение фаций, а тектоническая эволюция Печорской плиты определяла преобразование платформ-рампы в платформы-шельфы. Эволюцию карбонатной платформы и эпизоды рифообразования определяли развитие Палеоуральского океана, тектоническая эволюция Печорской плиты и эвстатические колебания уровня моря. Направ-

ленность развития бассейна из платформы-шельфа в платформу-рампу и наоборот была в прямой зависимости от региональных тектонических событий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нижнепалеозойские карбонатные псефитолиты включают восемь основных генетических типов: брекчии растрескивания, обвально-оползневые, штормовые и седиментационно-диагенетические, брекчии и конглобрекчии рифовые, дебитных потоков и подводных каналов, плоскогалечные конгломераты литоральных желобов. Формы их аккумуляции представлены в виде элювия физического и штормового, элювия физического и химического, коллювия склонового.

Механизмы формирования карбонатных псефитолитов варьируют в широком диапазоне: седиментационно-дезинтеграционный, механический-гидрогенный приливно-отливный, механический-гравитационный подводный осыпной и обвальный, механический-гидрогенный обвально-оползневый, волноприбойный и дезинтаграционно-седиментационно-диагенетический.

В качестве основных геологических процессов выступают: субаэральное осушение, волновая абразия, обрушение и транспортировка, тектоническая деструкция, субаквальное расскалывание и вадозная цементация. Обстановки – от супралитораля до каньонов континентального склона, климат – от субтропического до аридного. Исторически формирование карбонатных псефитолитов отражает региональные структурные перестройки и эволюцию сопряженного Палеоуральского океана. Нижнепалеозойские карбонатные псефитолиты отражают разные аспекты их формирования: палеогеографию, палеогеоморфологию, климатические условия, колебания уровня моря и литогенетические процессы, что позволило разработать ряд моделей, важных для литогеодинамической реконструкции истории североуральского седиментационного бассейна в раннем палеозое.

Разнообразие карбонатных псефитолитов и масштабность их развития отражают нестабильный тектонический режим осадочного бассейна во время формирования среднеашгильско-нижнеэмской карбонатной (калейдовой) формации, характеризующей период структурной перестройки Печорской плиты.

Работа проводилась в рамках Программы ОНЗ I РАН № 09-Т-5-1028

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антошкина А.И. Рифы в палеозое Печорского Урала. СПб.: Наука, 1994. 154 с.
2. Антошкина А.И. Рифообразование в палеозое (на примере севера Урала и сопредельных территорий). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 303 с.
3. Антошкина А.И. Пространственно-временные связи в структуре нижнепалеозойской калейдо-

- вой формации севера Урала // Проблемы геологии и минералогии. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 351–364.
4. Антошкина А.И. Генетические типы карбонатных псефитолитов нижнего палеозоя севера Урала: I. Состав и строение // Литосфера. 2011. № 2. С. 13–23.
 5. Антошкина А.И., Афанасьев А.К., Безносова Т.М. Новая стратиграфическая схема верхнего ордовика и силура севера Урала // Научные доклады. Вып. 206. Сыктывкар: Коми НЦ УрО АН СССР, 1989. 16 с.
 6. Антошкина А.И., Першина А.И. Оползневые брекчии нижнего силура Приполярного Урала // Ежегодник-1972. Сыктывкар: ИГ Коми фил. АН СССР, 1973. С. 16–20.
 7. Дембовский Б.Я., Дембовская З.П., Ключина М.Л., Наседкина В.А. Ордовик Приполярного Урала. Геология, литология, стратиграфия. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 211 с.
 8. Жемчужова В.А., Мельников С.В., Данилов В.Н. Нижний палеозой Печорского нефтегазоносного бассейна (строение, условия образования, нефтегазоносность). М.: Академия горных наук, 2001. 110 с.
 9. Лютое В.П., Антошкина А.И. Спектроскопические маркеры стадийности формирования карбонатных псефитолитов // Литосфера. 2009. № 6. С. 107–116.
 10. Малышев Н.А. Тектоника, эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов Европейского севера России. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 270 с.
 11. Меннер В.В., Рассказова Н.Б. Брекчии в пограничных отложениях ордовика и силура на Северо-Востоке Тимано-Печорской провинции // Литология и породы-коллекторы нефтегазоносных отложений СССР. М.: ИГиРГИ, 1985. С. 118–123.
 12. Никулова Н.Ю., Козырева И.В. Базальный горизонт верхнекембрийско-нижнеордовикской формации севера Урала // Формации палеозоя северо-восточной окраины Европейской платформы. Науч. докл. Вып. 481. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2006. С. 18–25.
 13. Першина А.И. Силурийские и девонские отложения гряды Чернышева. Л.–М.: АН СССР, 1962. 122 с.
 14. Тимонин Н.И. Тектоника гряды Чернышева. Л.: Наука. 1975. 130 с.
 15. Тимонин Н.И. Печорская плита: история геологического развития в фанерозое. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 240 с.
 16. Формации палеозоя северо-восточной окраины Европейской платформы / А.И. Елисеев, А.И. Антошкина, В.А. Салдин и др. Науч. докл. Вып. 481. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2006. 71 с.
 17. Фролов В.Т. Литология. Кн. 3: М.: МГУ, 1995. 352 с.
 18. Шуйский В.П. Пограничные слои силура и девона в районе мыса Белый Нос на Пай-Хое // Тр. ИГиГ. Вып. 117. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975. С. 105–118.
 19. Юдин В.В. Орогенез севера Урала и Пай-Хоя. Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. 285 с.
 20. Antoshkina A. Silurian sea-level and biotic events in the Timan-northern Ural region: sedimentological aspects // Acta Palaeontologica Sinica. 2007. V. 46. P. 23–27.
 21. Antoshkina A. Late Ordovician–Early Silurian facies development and environmental changes in the Subpolar Urals // Lethaia. 2008. V. 41. P. 163–171.
 22. Bassett M.G. Towards a “common language” in stratigraphy // Episodes. 1985. V. 8, № 2. P. 87–92.
 23. Brenchley P.J. End Ordovician Glaciation // The Great Ordovician Biodiversification Event. Chapter 9. New York: Columbia University Press. 2004. P. 81–83.
 24. Cook H.E., Mullins H.T. Basin margin environment // AAPG. 1991. Memoir 13. P. 539–618.
 25. Kaljo D., Martma T., Mannik P., Viira V. Implications of Gondwana glaciations in the Baltic Later Ordovician and Silurian and a carbon isotopic test of environmental cyclicity // Bull. Soc. Geol. France. 2003. V. 174. P. 59–66.
 26. Männik P., Martma T. Llandovery–Wenlock boundary in the Subpolar Urals // Ichthyolith Issues Special Publication, 6. Syktivkar: Geoprint, 2000. P. 64–67.

Рецензент Г.А. Мизенс

Genetic types of carbonate psephytolithes in Lower Paleozoic in the north of the Urals: II. Types, models and properties of formation

A. I. Antoshkina

Institute of Geology, Komi Science Centre, Urals Branch of RAS

Carbonate psephytolithes in the middle Asgillian–lower Emsian carbonate sequence sections include eight basic genetic types: breccias of fissuring, detrital-landslide, storm and sedimentary-diagenetic, reef breccias and conglobreccias, debrite flow and underwater channels, flat-pebble conglomerates of tidal channels. Forms of their accumulation are presented by various formation aspects: physical and storm eluvium, physical and chemical eluvium, slope colluvium. They reflect different aspects of their formation: paleogeography, paleogeomorphology, climatic conditions, fluctuations of a sea level and lithogenetic processes which has allowed developing a number of model important for litho-geodynamic reconstruction of history of the Timan–Northern Ural sedimentary basin in Early Paleozoic. A genetic variety of carbonate psephytolithes and scale of their development reflect the unstable tectonic treatment of the Timan-Pechora sedimentary basin during middle Ashgillian–lower Emsian and a structural reorganisation of the Pechora Plate during this period.

Key words: *carbonate psephytolithes, genetic types, breccia generation, formation models, Lower Paleozoic, north of the Urals.*