

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Марины Александровны Тугаровой
«КАРБОНАТНЫЕ МИКРОБИОЛИТЫ. СТРОЕНИЕ, СОСТАВ, ГЕНЕЗИС»,
представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по
специальности 25.00.06 – литология

Хорошо известно, что нефтегазоносные комплексы осадочных бассейнов преобразуются разнонаправленно, что обусловлено выносом-привносом минерального вещества и проявляется в формировании контрастной минералогической зональности. Распознавание стадийных преобразований в карбонатных породах затруднено спецификой и многообразием литогенетических и флюидодинамических процессов при их формировании. В настоящее время имеются свидетельства о взаимосвязи процессов флюидогенеза и деятельности микроорганизмов при образовании специфических карбонатных тел – микробиолитов и конкреций. Карбонатные микробиолиты широко распространены в разновозрастных разрезах земной стратисферы и представляют большой интерес не только для решения задач фундаментальной науки, но и являются важными индикаторами литогенетических и постлитогенетических процессов в осадочных системах. Использование комплекса современных методов при изучении генезиса карбонатных микробиолитов в докембрийских и фанерозойских отложениях позволили М.А. Тугаровой получить новые данные о многофакторности условий и выявить диагностические признаки их формирования и распознавания. Полученные данные, несомненно, являются новым знанием и представляют важный научный вклад в фундаментальную проблему воздействия процессов флюидогенеза на осадочные системы и углеводородную специализацию в нефтегазоносных бассейнах, что показывает *своевременность, важность и актуальность* данной работы.

Проведенные диссертантом детальные литологические, петрографические и геохимические исследования дали возможность оценить роль карбонатных микробиолитов в осадочных комплексах как коллекторов, нефтематеринских пород и индикаторов перераспределения флюидов в нефтегазоносных бассейнах и показать возможность новых направлений поисков залежей углеводородного сырья, что определяет *практическое значение* данной работы.

Давая оценку научной новизны и значимости выводов, хотелось бы, прежде всего, отметить, что диссертационную работу М.А. Тугаровой характеризует академичность поставленной цели, несмотря на, несомненно, прикладной характер работы и выделить некоторые моменты.

1. Прежде всего, следует отметить вторую главу диссертации (35-44 стр.), в которой автор рекомендует методику изучения и обосновывает важность применения конкретных методов исследования карбонатных микробиолитов. Использование метода конфокальной флуоресцентной микроскопии позволило ей доказать, что кристаллизация кальцитов сопровождается фракционированием углеводородных фаз, и сыграло важную роль в диагностике и расшифровке генезиса карбонатных микробиолитов.

2. Наибольший объем диссертационной работы (45-224 стр., главы 3-5) составляют детальные исследования карбонатных микробиолитов и конкреций в терригенных отложениях триаса архипелага Шпицбергена, широко распространенные в разрезах. Установление их генезиса, литогенетических и постлитогенетических стадий формирования было важно для решения палеогеографических, палеоклиматических задач и выявления специфики формирования углеводородного потенциала мезозоя Баренцевоморского региона.

2.1. В результате литостратиграфического изучения автор выделила четыре группы среди триасовых карбонатных тел: конкреции и линзы с фауной, конкреционные образования с морфологией биогермов, карбонатизированные поверхности и конкрецииды, и установила важный факт, что для предполагаемых микробиальных карбонатов характерной особенностью является наличие текстур конус-в-конус.

2.2. Разнообразными лабораторными методами было установлено, что только первая группа отражает диагенетический процесс перераспределения минеральных фаз. Во второй группе выявлено присутствие многочисленных минерализованных и керогенизированных микробиальных форм, строматолитовых микроструктур и флюидизатных микротекстур. Установлено, что текстура конус-в-конус отражает наличие трудно диагностируемых битуминозно-минеральных агрегатов, по которым развиваются расщепленные кристаллы кальцита, выделенные как структуры микро-конус-в-конус. Карбонатизированные поверхности образовались за счет вторичного преобразования пород, заключающих их. Конкрецииды, по мнению автора, представляют особый интерес при изучении нефтегазоносных комплексов, так как они рассматриваются как результат пневмолито-гидротермального процесса, который может активизировать процессы генерации и перераспределения углеводородов.

2.3. М.А. Тугаровой выявлено главное отличие химического состава карбонатных микробиолитов – увеличение количества кальция связано с эксгальвативным химическим воздействием, а наиболее отчетливо проявленный в образованиях с микроструктурой конус-в-конус процесс перекристаллизации и раскристаллизации минеральных карбонатных фаз тесно связан с процессом фракционирования углеводородных фаз.

Геохимические исследования углеводородных структур позволили автору установить, что степень катагенетической преобразованности РОВ карбонатных микробиалитов среднего триаса соответствует катагенезу самой толщи (МК₂), а в микробиалитах верхнего триаса и конкрецоидах нижнего триаса она превышает фоновый для этих толщ. Наличие «бактериальных» биомаркеров в составе микробиалитов с биогермной морфологией, микроструктур конус-в-конус и конкрецоидов-метасоматитов автор обосновывает, как результат воздействия процессов высачивания (метановых сипов). Согласно изотопным исследованиям, микробиолиты имеют разный нефтематеринский потенциал, седиментационный, эманационный флюидный и магматогенно-флюидный факторы карбонатообразования, а миграционные углеводороды в осадочной толще триаса являлись необходимым условием карбонатизации и роста микробиалитов.

3. Безусловный интерес не только отечественных геологов, изучающих нефтегазоносные комплексы триаса, вызовет типизация М.А. Тугаровой конкреций и микробиолитов триаса Шпицбергена. Табл. 5.1. иллюстрирует роль микробиалитов в осадочном процессе, стадии литогенеза, тип процесса и обстановки их формирования, а табл. 5.2 показывает какие типы конкреций и карбонатных микробиалитов являются индикаторами разгрузок и перераспределения углеводородных флюидов и магматогенно-тектонической активизации. Такая типизация может служить инструментом и для геологов-нефтяников, выявляющих новые площади с целью прогнозирования перспектив нефтегазоносности, так как автором показано, что ведущим фактором образования всех карбонатных микробиалитов является геодинамический режим развития осадочного бассейна.

4. В главе 6 (225-326 стр.) представлены результаты изучения строматолитов и карбонатных микробиалитов в докембрийских и фанерозойских толщах

4.1. Докембрийские строматолиты рассматривались на разрезах нефтегазоносных комплексов Сибирской платформы – рифейских (месторождение Куюмба) и вендских (месторождения Чонской группы). При изучении первых автор рассматривала строматолиты как коллекторы, и было установлено, что главными факторами их ФЕС являются тектонические, а геохимия биомаркеров показала, что исходные нефтидопроизводящие формации формировались в разных экологических обстановках, что выразилось в биохимии липидов. Карбонатные микробиолиты венда исследовались как коллекторы продуктивного пласта с позиций эволюции обстановок осадконакопления в преобращенское время (рис. 6.48), и позволило автору установить, что как коллектора они характеризуются общей высокой пористостью при низкой открытой пористости и невысоких значениях проницаемости.

4.2. Исследования автора карбонатных микробиалитов ордовика в разрезах Ленинградской области внесли дополнения в дискуссионные вопросы фациальной приуроченности и генезиса своеобразных карбонатных образований (карбонатная «плита» с текстурами конус-в-конус в подошве и антраконитовые конкреции) в терригенной толще и об источнике ОВ. В результате генезис протяженной карбонатной «плиты»/линзы был квалифицирован как продукт жизнедеятельности циано-бактериального мата. В отношении антраконитовых конкреций было сделано предположение, что «затравкой» для их роста могли служить онколиты.

4.3. Интересные объекты карбонатных тел – визейские карбонатные «плюшки» и серпуховские холмообразные постройки с морфологическими и вещественно-структурными особенностями альго-бактериального происхождения были установлены и изучены автором в разрезах р. Мсты. Минералогическое отличие их состава связывается со сменой климата, что представляет интерес распознавания их как палеогеографического и стратиграфического реперов.

4.4. Черносланцевые толщи бажен-абалакского горизонта Западной Сибири исследовались многими геологами-нефтяниками, однако конкреционные образования в них оказались мало изучены, а карбонатные тела предполагаемой бактериальной природы были выделены М.А. Тугаровой. Геохимические признаки карбонатных тел показали, что их образование отражает фоновые литогенетические преобразования и постлитогенетические (импозитные) процессы, в том числе высокотемпературные гидротермальные. Об этом свидетельствуют значения биомаркеров РОВ и аномально высокие температуры, указывающие на вероятное участие в генерации карбонатов высокотемпературных флюидов. По мнению М.А. Тугаровой, тектоно-гидротермальная активизация могла стимулировать процессы миграции углеводородов и развитие карбонатных микробиалитов. Кайнозойские этапы тектогенеза создавали предпосылки для развития флюидопроводящих зон, обеспечивающих подток глубинных флюидов и контролирующих перенос элизионных вод и углеводородно-углекислых растворов.

5. В заключительной главе представлены структурно-генетические типизации микроструктур докембрийских строматолитов и фанерозойских карбонатных микробиолитов, разработанные диссертантом и проиллюстрированные таблицами 7.1–7.3. Здесь же автор рассматривает созданную схему (рис. 7.1) зон формирования аутигенных карбонатов и основных процессов генерации флюидов в нефтегазоносных черносланцевых толщах, которая дает возможность другим исследователям выделять аналогичные карбонатные микробиолиты и оценить генерационный потенциал нефтегазоносных комплексов в других регионах.

Полученные М.А. Тугаровой результаты всестороннего изучения докембрийских и фанерозойских карбонатных микробиалитов имеют не только региональное значение, но и представляют важный научный вклад в проблему генерации и локализации углеводородов в нефтегазоносных комплексах, в эволюции которых флюидные и литогенетические процессы играют определяющую роль, подтверждают научное и практическое значение выполненной диссертационной работы.

Полученные выводы, обобщенные в положениях, вынесенных на защиту, достаточно **аргументированы** большим и проработанным лично автором материалом.

Вместе с тем некоторые моменты либо **дискуссионны**, либо требуют **дополнительного обоснования**.

1. Как правило, в литологии структурно-текстурные термины имеют четко обоснованное понятие. В диссертации автор использует термин «фиброзная» микроструктура (микротекстура) и слоистость (с. 245-248), позаимствованный из работы И.В. Вараксиной и Е.М. Хабарова (2007). Следует заметить, прежде всего, что это медицинский термин, характеризующий патологические изменения в человеческом организме (волокнистая соединительная ткань). Во-вторых, английский термин «fibrous» переводится не как фиброзный, а во всех специализированных словарях – как «волокнистый». Кроме того, ссылка на мнение И.В. Вараксиной в расшифровке генезиса «фиброзного», а вернее фибрового цемента также не совсем корректна, так как фибровый цемент интерпретируется как замещенный гроздевидный первично арагонитовый цемент уже с 70-80 годов прошлого столетия. Термин «fibrous cement» или «волокнистый цемент» широко используется в биогенных карбонатах для структур изопакитовых корок и оторочек. В этой же связи возникает вопрос, почему фенестровая текстура указывается как *фенестровая структура* (рис. 6.33), а полосчатая (ленточная), конус в конус, ламинитовая, волнисто-слоистая текстуры выделяются в ранге **преобладающих структур** карбонатных микробиолитов (табл.7.3, с. 328 и т.д.). Мы же не можем говорить мелкозернистая или крупнообломочная текстуры, так как существует четкая понятийная база для породной терминологии.
2. Осталось неясным, в чем же состоит «...роль глубинных микробиальных процессов в трансформации осадочных толщ (стр. 28)», так как не была расшифрована. Этот же вопрос относится и к утверждению, что «широкое развитие строматолитов, возможно, было связано с системой глубинных разломов, предопределивших поступление дополнительного тепла и 'полезных питательных веществ' (стр. 254)».
3. Также оказался непонятным вывод в заключении (п. 3) о том, что «карбонатные

микробиолиты ордовика и карбона соотносятся с началом трансгрессивных циклов осадкообразования», так как в тексте они характеризуются как отложения с признаками субаэрального выветривания (стр. 288, 291, 306). Так, карбонатная «плита» в основании верхнекопорской подсвиты определена как классический циано-бактериальный мат супралиторальной зоны, подстилающийся лагунными отложениями, и отмечено присутствие в ней проблематического организма *Palaeomicrocodium*, характерного для обстановок субаэральной экспозиции.

4. Наряду с графическими и фотоиллюстрациями, несущими доступную и понятную информацию, следует в качестве замечания отметить, что некоторые из них (например, рис. 3.6, 6.8) таким качеством не обладают. Имеются ошибки в подписях к рис. 4.9 и 4.14, а в табл. 6.2 (окончание) мадринская и выдрэшевская + зеленодуковская свиты отнесены к разным обстановкам, регрессивному и трансгрессивному циклам, но представлены фактически одинаковыми породами.

Высказанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации М.А. Тугаровой, как крупного и оригинального законченного научного исследования, в котором установлены закономерности условий формирования карбонатных микробиолитов и выявлены их генетические типы, распознавание которых важно для палеогеографии, стадийных процессов литогенеза, флюидо-динамического развития осадочных бассейнов и для выяснения условий и процессов, связанных с термокатализом керогена и генерацией углеводородов. Диссертация написана хорошим языком, полно и прекрасно иллюстрирована, снабжена обширной специализированной библиографией.

Основные положения диссертации практически полностью опубликованы в печати, докладывались на совещаниях разного ранга, поэтому известны геологической общественности.

Автореферат адекватно отражает содержание диссертации. Все это позволяет утверждать, что она полностью соответствует требованиям раздела III «Положения о порядке присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий» ВАК, предъявляемым к работам подобного рода, а ее автор – Марина Александровна Тугарова – заслуживает присуждения ей искомой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.06 – литология.

Доктор геолого-минералогических наук,
главный научный сотрудник

Института геологии Коми научного центра УрО РАН

А.И. Антошкина

