

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Видищевой Олеси Николаевны «ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИИ И МИГРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФЛЮИДОВ В РИФТОВОМ БАССЕЙНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛЬ» по специальности 1.6.11. «Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

В диссертации выполнен научный анализ нефте-, газо- и битумопроявлений в современной Байкальской рифтовой системе (центральную часть которой занимает озеро Байкал) на фоне анализа геологического строения и детального исследования геохимии каустобиолитов.

Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка использованной литературы из 290 наименований. Работа изложена на 122 страницах и содержит 44 рисунка и 4 таблицы.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений, поскольку любая работа, ориентированная на познание процессов нефтидогенеза, и в свою очередь на укрепление ресурсной базы развития топливно-экономического комплекса России заслуживает пристального внимания. Тем более, если эта работа относится к уникальному региону серии рифтогенных структур Восточного Забайкалья с которыми связаны (к сожалению за границей РФ) масштабные месторождения нефтей озерного генезиса Тамсагбулаг (Монголия), Дацин (Китай) и др.

Степень достоверности и обоснованности основных положений определяется большим количеством полевых сезонов на Байкале и соответственно отобранных и обработанных проб (более 4000), использованием современных методов исследований молекулярного (хромато-масс-спектрометрия), изотопного (масс-спектрометрия) состава углерода углеводородных и углекислых газов, а также широкой апробацией полученных результатов в рецензируемых журналах и на международных конференциях.

Научная новизна исследований на взгляд рецензента достаточно полно сформулирована в автореферате соискателя:

Впервые показано различие в геохимическом составе газообразных углеводородов, разгружающихся на обширных прибортовых участках северо-западного и юго-восточного борта рифтовой впадины, выявлены факторы, определяющие такое различие. Рассчитан вклад термогенного и микробиального газа в общий комплекс разгружающихся газов для серии структур на дне озера Байкал. Показаны особенности строения (фациальный состав, степень зрелости и т.п.) для потенциально материнских толщ Байкала. Проанализированы особенности тектонического и литологического контроля миграции УВ газов.

Личный вклад автора в перечисленные выше положения достаточно велик и определяется, как великолепным обобщением материалов предыдущих исследователей, созданием уникальной коллекции проб пород, нафтидов и газов территории озера Байкал, исследованных целым комплексом современных методов органической геохимии, а также научным анализом полученных результатов, оформленных в конечном итоге в виде кандидатской диссертации.

Теоретическая и практическая значимость.

После успешных работ корпорации JOGMEC (Япония) по разработке газогидратных месторождений на дне Тихого океана, по-видимому, имеет смысл организовать Байкальский научно-исследовательский полигон для разработки технологий освоения нетрадиционных газовых ресурсов, естественно с обеспечением полной экологической безопасности проводимых работ. При этом я считаю, что результаты работы О.Н.Видищевой и сотрудников ЛИН СО РАН бесспорно должны лечь в основу проектирования новых для России направлений научно-исследовательских работ.

Защищаемые положения.

(1) Преимущественно микробиальный газ с преобладанием в составе метана, изотопно легкого по углероду, разгружается вдоль северо-западного борта впадины Байкала. Вдоль юго-восточного борта характерно высачивание (сипы) термогенного газа с повышенным содержанием соединений C₂+ и метаном, обогащенным тяжелым изотопом углерода.

(2) Различие в составе разгружающихся флюидов северо-западной и юго-восточной частей озера Байкал определяется тремя факторами:

- разные пропорции приповерхностного (микробиального) и более глубинного (термогенного) газов в разгружающейся смеси;
- различная интенсивность/степень молекулярного и изотопного фракционирования газов на путях миграции к поверхности;

- разные глубины залегания и уровни преобразованности нефтегазоматеринских отложений.

На участках рассеянной разгрузки флюидов проявляются все три фактора. Для зон фокусированной разгрузки определяющим является фактор, связанный с характеристиками нефтегазоматеринской толщи.

(3) Геохимические характеристики разгружающихся флюидов свидетельствуют о различной степени катагенетической преобразованности исходного органического вещества потенциальной нефтегазоматеринской толщи. Продемонстрирована генетическая связь нефти и газов с погребенной угленосной толщей, аналогом которой может являться танхойская свита (олигоцен-плиоцен), обнажающаяся на восточном побережье озера.

Все положения детально обоснованы фактическим материалом за исключением, пожалуй, заключительной части последнего положения, но это вызвано скорее сомнениями оппонента по поводу продолжения угленосной толщи (аналогов танхайской свиты) на большую часть байкальских котловин.

Первая глава диссертации представляет собой обстоятельный литературный обзор, в котором обобщены как исторические, так и современные сведения об эволюции представлений о рифтовой системе Байкала и генезисе байкальских нефтей и газов. Заинтересованный читатель найдет их как в диссертации, так и в концентрированном виде в автореферате. Обзор сведений охватывает интервал с 1833 года (экспедиция И.Г.Гмелина) по сегодняшний день. Последние ссылки на публикации о детальных исследованиях молекулярного и изотопного состава байкальских газов и природных газовых гидратов относятся к 2022 году. Для нефтей юго-восточного склона озера определено озерно-дельтовое происхождение позднемелового-кайнозойского возраста.

В современном тектоническом плане Байкал по данным многоканального сейсмического профилирования имеет асимметричное строение. Рифт состоит из серии полуграбенов с крутыми СЗ и пологими ЮВ крыльями. Восточный относительно пологий склон состоит из серии листрических сбросов. Широко проявлены неотектонические движения синрифтового осадконакопление и высокий тепловой поток. В центральной котловине оба рифтовых комплекса общей мощностью около семи километров «сейсмически прозрачны» и залегают на акустически выраженном фундаменте.

Вторая глава посвящена геохимическим исследованиям поверхностного слоя донных отложений а также классификации природных газов. По представлениям соискателя в современных донных илах присутствуют сингенетические (современные) углеводородные (УВ) газы и битумоиды, которые образуют фоновые геохимические поля.

Кроме того, при миграции из глубинных частей осадочного разреза, формируются аномальные геохимические поля (газовые, битуминологические) в поверхностных отложениях. Изучение легких углеводородов и углеводородов-биомаркеров из донных отложений на молекулярном уровне позволяет выявлять миграционные УВ соединения, которые предоставляют ключевую информацию о нефтяных системах: тип источника (тип органического вещества); возраст источника; уровень органической зрелости и первичные и вторичные пути миграции.

Истории применения геохимических методов для поиска месторождений нефти и газа в главе посвящен целый раздел, начиная с монографии В.А.Соколова (1947) и заканчивая известными работами Р.Б. Шакирова и Н.С.Сырбу (2016). *Из обзора, пожалуй, выпали лишь геохимические работы по снегу под руководством В.С.Вышемирского.*

Классифицируя природные газы на первичные и вторичные, Оксана Видищева выделяет три основных типа метана: микробиальный, термогенный и абиогенный, детализируя в дальнейшем пути их образования. Интересные данные приводятся по изотопному составу углерода и дейтерия при образовании и разрушении газовых гидратов Байкала.

В главе 3 описаны методы исследования, последовательность их применения и оборудование, использованные для изучения донных отложений, образцов газов, битумов, нефтей и углей. Методы традиционны для геохимических лабораторий и каких-либо замечаний у оппонента не вызывают.

Заключительная *четвертая глава* диссертационной работы содержит большую часть фактического материала, на основе которого сформулированы основные выводы и защищаемые положения (см. выше).

По данным соискателя газ, отобранный вне зон фокусированной разгрузки, представляет собой главным образом микробиальный газ, образующийся в донных отложениях озера Байкал. Он состоит главным образом из метана, с концентрациями до 10 мл/л и легким изотопным составом углерода. Газ, отобранный из зон фокусированной разгрузки, имеет высокие концентрации метана. Кроме того, были отмечены определенные закономерности в молекулярном и изотопном составе газа в зависимости от расположения структур относительно бортов Байкальской впадины. В целом, вдоль северо-западного борта впадины происходит разгрузка газа с преобладанием в составе метана изотопно легкого по углероду, а вдоль юго-восточного борта высачивается газ с повышенным содержанием гомологов и изотопно тяжелым углеродом метана.

Различия в составе газов донных отложений озера Байкал определяются тремя факторами:

- разубоживанием мигрирующего из глубины к поверхности термогенного газа приповерхностными микробиальными газами;
- молекулярным и изотопным фракционированием на путях миграции термогенных газов из глубин к поверхности;
- различной глубиной современного залегания нефтегазоматеринских пород (НГМП) и их геохимическими характеристиками.

Северо-западная часть озера характеризуется мощной осадочной толщей и единичными разломами. Преобладающий тип миграции газа здесь – диффузия. Метан имеет относительно малую молекулярную массу и большой коэффициент диффузии, что приводит к его распространению и накоплению в конце путей миграции с формированием преобладания метана в придонных отложениях. Этот процесс также сопровождается фракционированием изотопов углерода метана, создавая отрицательный сдвиг по величине $\delta^{13}\text{C}-\text{CH}_4$ газа. Юго-восточная часть озера характеризуется менее мощным осадочным чехлом (3-4 км) и более многочисленными разломами, которые служат каналами миграции. Газы мигрируют преимущественно путем фильтрации, при этом претерпевают меньшие изменения. Кроме того, на участках с аномально активной современной разгрузкой газа, в т.ч. и в северо-западной части озера, молекулярное и изотопное фракционирование флюидов на путях миграции менее значительно за счет превалирующей фильтрации, которая и обеспечивает аномально большой дебит.

Все эти результаты нашли отражение в основных выводах работы.

Оценивая работу в целом, следует сказать, что у рецензента нет замечаний принципиального характера. Вместе с тем, по истечению времени после защиты хотелось бы иметь на руках монографию, посвященную газоносности и нефтеносности Байкальского рифта. Думаю, что в монографии не будет обидных «косячков», рассеянных по тексту диссертации. В качестве примера стр.84.

«Образец твердого и хрупкого битума, продукта природного преобразования нефтей, был передан Хлыстовым О.М. в 2016 году из верхних слоев вещества холмов, обнаруженных в районе мыса Горевой Утес. Геохимическое изучение группового состава пробы битума и нефтей показало, что содержание масел в образце битума выше, чем в пробах нефтей, обладающих относительно повышенным содержанием смол.» Что же это за твердый и хрупкий битум, в котором масел больше, чем в нефтях? И как быть в этом случае с классификацией Успенского-Радченко, в которой по концентрации масел выделяются: нефти – мальты – асфальты – асфальтиты?

Мало того, эта «мысль» интерпретируется в автореферате следующим образом: «*Чтобы охарактеризовать исходное ОБ НГМТ были изучены пробы нефти из донных отложений и битума из поверхностных битумных построек, отобранные в юго-восточной части озера, в районе структуры нефте- и газоразгрузки Горовой утес. Геохимическое изучение группового состава пробы битума и нефтей показало их генетическую связь.*» Извините, но до последнего времени считалось, что по групповому составу нафтидов определить их генетические связи маловероятно. И еще, при всех рассматриваемых автором молекулярных генетических и изотопических критериях, как-то из состава газов выпал гелий, о котором не сказано ни одного слова на протяжении всей работы. Вместе с тем в относительной близости от Байкала в пределах Ангаро-Ленской ступени (НГО) целый ряд газоконденсатных месторождений содержит промышленные концентрации этого компонента. Как же в таком случае наиболее убедительно распознавать байкальские газы abiогенного происхождения?

Возвращаясь к оценке работы в целом, еще раз хочу подчеркнуть, что у рецензента нет замечаний принципиального характера, позволяющих усомниться в защищаемых положениях или достоверности приведенных материалов. Перечисленные выше замечания либо имеют редакционный характер, либо могут оспариваться диссертантом, будучи в той или иной мере дискуссионными.

Основные полученные автором новые результаты а именно:

- показано различие в геохимическом составе газообразных углеводородов, разгружающихся на обширных прибортовых участках северо-западного и юго-восточного борта рифтовой впадины, выявлены факторы, определяющие такое различие;
- рассчитан вклад термогенного и микробиального газа в общий комплекс разгружающихся газов для серии структур на дне озера Байкал;
- показаны особенности строения (фациальный состав, степень зрелости и т.п.) для потенциально материнских толщ Байкала;
- Проанализированы особенности тектонического и литологического контроля миграции УВ газов;
- оценен нефтегазогенерационный потенциал углей олигоцен-миоценового возраста, которые были отнесены к потенциальной нефтегазоматеринской толще озера Байкал позволяют рецензенту сделать заключение, что диссертация О.Н.Видищевой отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода, по актуальности, обоснованности

фактическим материалом и научной новизне, она является хорошим законченным квалификационным научным исследованием.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.11 -Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. В публикациях достаточно полно отражены основные положения и фактический материал диссертационной работы. Таким образом, соискатель **Видищева Олеся Николаевна** заслуживает присуждения ей **ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.**

Главный научный сотрудник,
ФГУП Институт нефтегазовой
геологии и геофизики СО РАН,
доктор геолого-мин. наук,
член-корреспондент РАН

В.А.Каширцев