

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе

Бутакова Владислава Игоревича

«ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ЛЬДОВ КАРСКОГО РЕГИОНА»,

представляемой на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.7 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

Актуальность темы исследований

Диссертационная работа посвящена исследованию весьма важной проблемы, актуальность которой не вызывает сомнений. В диссертационной работе В.И. Бутаков поднимает вопросы миграции и иммобилизации химических элементов в различных типах подземных льдов арктической зоны Западной Сибири. Несмотря на значительный объем имеющегося фактического материала и ряд обобщающих монографических работ об условиях и механизмах формирования подземных льдов, данные о концентрациях микроэлементов в этих образованиях весьма ограничены. Вместе с этим, именно микрокомпонентный состав льда может рассматриваться как один из его генетических критериев.

Основная цель работы, которую поставил автор, – установить взаимосвязь химического состава, миграции и взаимодействия микроэлементов при формировании подземных льдов в изучаемом регионе в зависимости от природных условий и типа промерзания пород.

Для достижения поставленной цели В.И. Бутаков использовал обширный арсенал полевых и лабораторных исследований. При полевых исследованиях сочетались методы, широко применяемые в практике геокриологических исследований, в частности – маршрутные наблюдения, бурение и опробование разрезов. Для характеристики вещественного состава льдов использована комплексная методика, включающая сравнительный анализ химического состава различных генетических типов подземных и поверхностных льдов между собой и с кларковыми значениями элементов.

Лабораторно-аналитические исследования включали изучение микроэлементного состава расплавов льда с применением современных высокочувствительных методов анализа (атомной абсорбции, жидкостной хроматографии, атомно-абсорбционный и масс-спектрометрический метод с ИСП и др.).

На этапе обработки выполнено теоретическое обобщение опубликованных и фондовых данных, материалов собственных исследований, использованы методы математической статистики с привлечением пакетов MS Excel.

Актуальность работы также подтверждается поддержкой исследований пятью грантами РФФИ.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из Введения, трех глав, Заключения и списка литературы из 132 наименований. Результаты диссертационного исследования изложены на 120 страницах. Работа содержит 46 рисунков, 2 таблицы и 13 табличных приложений.

Во введении обоснована актуальность темы исследований, определены цели и задачи диссертационной работы, обозначен вклад автора, отражена научная новизна работы, теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

В **первой главе** дан обзор проведенных исследований макро- и микроэлементного состава льда ледников, пластовых, повторно-жильных (ПЖЛ) и текстурообразующих подземных льдов. Особое внимание уделено подземным льдам, распространенным в многолетнемерзлых толщах Ямала, Западного Таймыра, арктических островов в Карском море. Рассмотрено 9 опорных разрезов, по которым имеются гидрохимические данные о составе подземных льдов. Представлены лабораторные методы определения химического состава подземных и поверхностных льдов, а также алгоритм анализа результатов аналитических исследований на базе MS Excel.

Во второй главе охарактеризован химический состав повторно-жильных льдов опорных разрезов о. Белый, о. Сибирякова, п. Диксон п-ова Таймыр, м. Кареповский п-ова Гыдан и м. Марре-Сале п-ова Ямал. Дана сравнительная характеристика микроэлементного состава льда с кларками речных вод. Выявлены аномалии в содержании церия и европия в повторно-жильных льдах и предложены их объяснения.

Приводится первое защищаемое положение: «Химический состав полигонально-жильных льдов Карского региона определяется широким комплексом факторов, обусловленных природной обстановкой, условиями формирования и составом вмещающих отложений. В их число входят морские и континентальные аэрозоли, а также надмерзлотные и поверхностные воды. Поступление атмосферных осадков с морскими аэрозолями или надмерзлотных вод фиксирует отрицательная цериевая аномалия. Показателем участия надмерзлотных и поверхностных вод является положительная европиевая аномалия».

Третья глава посвящена вопросу формирования химического состава текстурообразующих и пластовых льдов на ключевых участках с. Гыда п-ова Гыдан, ст. Марре-Сале п-ова Ямал и Пур-Тазовском междуречье. В главе рассмотрены ассоциации микроэлементов, превышающие кларки речных вод, в составе льдов и вмещающих отложений. Отмечено неравномерное распределение макро-и микрокомпонентов в подземных пластовых льдах.

Обосновывается второе защищаемое положение: «Пластовые льды Западного Ямала и Севера Гыдана отличаются большими вариациями концентраций ионов и микроэлементов по вертикали и латерали, что обусловлено условиями льдообразования. По содержанию и корреляциям ионов и аномалиям лантаноидов наблюдается сходство состава пластовых льдов и водорастворимых солей в отложениях, что подтверждает их внутригрунтовый генезис. Особенности химического состава унаследованы пластовыми льдами от вмещающих отложений при их формировании, что отражено в повышенной концентрации ионов и микроэлементов на контакте лед – порода за счет миграции влаги».

В заключении подведены итоги исследования и сформулированы основные выводы. Здесь же представлено третье защищаемое положение: «Установлены различия в распределении ионов и микроэлементов в разных типах льда: полигонально-жильных, пластовых, прибрежно-морских, озерного и ледникового льдах. Пластовые льды Западного Ямала отличаются значительно более высокими концентрациями ионов и микроэлементов, чем ледниковый лед Полярного Урала, что подтверждает их внутригрунтовый генезис».

В автореферате кратко изложены основные положения работы. Представленные в работе материалы не противоречивы, материал изложен в логической последовательности. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы, его графическое оформление в достаточной мере раскрывает полученные результаты, что позволяет автору обосновать защищаемые положения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, степень их достоверности

Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, поддерживаются большим объемом фактического материала, который был получен непосредственно автором, а также заимствован из фондовых источников, российских и зарубежных публикаций по вопросам, отраженным в диссертации. В работе представлен анализ и обобщение результатов аналитических исследований 122 водных проб (из них 3 – поверхностных вод, 119 – расплавы льда) и 27 проб горных пород, вмещающих подземные льды.

Достоверность полученных результатов подтверждается их обсуждением в 16 публикациях, из них 5 – в рецензируемых журналах, а также на 11 конференциях различного уровня.

Новизна исследований и полученных результатов, научных положений и рекомендаций

Диссертантом впервые создана электронная база данных макро- и микроэлементного состава подземных льдов Карского региона; разработан авторский программный комплекс для обработки данных химического состава льда и воды, который позволяет выявлять аномалии и особенности распределения микроэлементов в составе льдов на основе статистических параметров и парного корреляционно-регрессивного анализа.

Проведенные В.И. Бутаковым полевые и лабораторные исследования позволили выявить различия содержаний микроэлементов, включая редкоземельные, в полигонально-жильных льдах в зависимости от источников поступления компонентов – морских или континентальных аэрозолей и вмещающих отложений.

На основе обобщения полученных результатов исследований автором впервые установлены различия в микроэлементном составе пластовых льдов в зависимости от типа льдообразования и источника вод.

Диссертант принимал непосредственное участие в полевых работах, вел документацию и проводил отбор проб льда, воды и горных пород на ключевых участках, принимал участие в лабораторных аналитических исследованиях собранных образцов. Для анализа полученных результатов разработал авторский алгоритм обработки геохимических данных.

Значимость результатов для науки и возможные пути их использования

Выполненная работа имеет важное научное значение для развития представлений о формировании геохимических потоков в криолитозоне. Достоинством ее можно считать то, что в процессе исследований автор собрал уникальные данные, основанные на комплексном изучении ландшафтов на ключевых участках, разрезов различных типов подземных льдов, химическом анализе поверхностных вод, расплавов льда и водных вытяжек горных пород. Комплексные исследования позволили диссертанту выявить характер распределения химических элементов в различных генетических типах подземных льдов Карского региона и в зависимости от этого уточнить механизмы и источники льдообразования.

Практическая значимость диссертации заключается в возможности использования полученных данных при реконструкции палеогеокриологических условий, оценке геохимического фона территории и прогнозировании изменений экологической обстановки за счет миграции загрязняющих веществ из вытаявающих льдов вследствие техногенных воздействий или климатических изменений.

Замечания по диссертации и автореферату

1. При характеристике климатических условий региона автор использует литературные данные 1968-1989 гг. Хотелось бы видеть анализ изменения гидрометеорологических параметров за последние 30-50 лет и их влияния на геокриологические условия изучаемой территории.

2. На стр. 20 указано, что монолиты льда, отобранные в 2009 г., были заморожены до проведения анализов. Как долго и в каких условиях хранились пробы?

3. Как известно, химический состав поверхностного льда озер изменяется не только по глубине, но и во времени. В работе нет информации о сроках отбора проб морского и озерного льда (при низкой отрицательной температуре воздуха или температуре, близкой к нулю, когда происходит частичное плавление льда, испарение с его поверхности и активизируется миграция ионов в пленочном растворе). Также нет ясности, насколько соответствует микроэлементный состав ледовой фазы оз. Сюртав-Малто подледной воде и имеется ли возможность рассчитать коэффициенты вовлечения редкоземельных элементов при льдообразовании.

4. При характеристике химического состава поверхностных вод следовало привести формулу Курлова. При расчете балансовых соотношений основных солеобразующих катионов и анионов автор наверняка бы обратил внимание, что уровень

несбалансированности анализов поверхностных вод Ямала составляет 40-62%. Поэтому эти результаты анализов нельзя считать объективными, либо в работе требовалось объяснить такие незакономерные вариации макрокомпонентов.

5. В таблицах и табличных приложениях, в которых представлены данные о минимальном, среднем и максимальном содержаниях элементов, следовало указать количество аналитических определений, используемых при обработке данных.

6. В разделе 1.3 заявлена оценка антропогенного влияния на состав подземных льдов. Решить эту задачу автор предлагает на основе сравнения содержаний химических элементов во льдах с гигиеническими нормативами для вод питьевого качества. Оценку антропогенного фактора логичнее было выполнить на основе изучения фоновых природных содержаний компонентов, а не нормативов документа ГН 2.1.5.1315-03, который с 2021 г. утратил силу.

Далее в диссертации, кроме вырубки леса на одном из ключевых участков, нигде не упоминается об антропогенном вмешательстве в природную среду. Внимания на конкретные элементы, которые отражают это вмешательство в составе льдов, не акцентировано.

7. Для выявления генетических различий подземных льдов проведено сравнение концентраций микрокомпонентов во льдах с кларками этих элементов в речной и морской воде. При исследовании автор приходит к выводу об участии в образовании повторно-жильных льдов атмосферных зимних осадков и надмерзлотных вод. Однако результатов химических анализов микрокомпонентного состава снега, включая распределение в нем редкоземельных элементов, в работе не приведено. Сведения о надмерзлотных водах представлены весьма скудно, не раскрыты особенности их режима и химического состава. При отсутствии собственных данных, выводы можно было усилить сопоставлением химического состава изучаемых льдов со средним содержанием компонентов в подземных водах тундровых ландшафтов криолитозоны. Информация для сравнения в опубликованной литературе имеется.

8. Размещение в последнем абзаце диссертационной работы третьего защищаемого положения весьма неожиданно. К тому же суть его уже отражена во втором защищаемом положении.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Замечания и рекомендации не являются критическими и не оказывают существенного влияния на положительное впечатление о работе. Диссертационная работа Бутакова Владислава Игоревича на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.7 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение является законченной научно-квалификационной работой, результаты которой основаны на полевых и лабораторных исследованиях различных типов льдов и являются оригинальными материалами, полученными непосредственно автором, и дополняют теоретические представления о миграции химических веществ в многолетнемерзлых породах (п. 9 Положения о присуждении ученых степеней).

Диссертация подготовлена в виде рукописи, написана автором самостоятельно, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, а также о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку (п. 10 Положения о присуждении ученых степеней).

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях (п. 11 Положения о присуждении ученых степеней). При использовании в диссертации результатов научных работ других авторов или полученных в соавторстве, соискатель отметил в диссертации это обстоятельство (п. 14 Положения о присуждении ученых степеней).

