

## **ОТЗЫВ официального оппонента**

на диссертационную работу Ляминой Ларисы Андреевны  
«ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НИЗКОЭНТАЛЬПИЙНЫХ  
МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В МАССИВАХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОД (НА ПРИМЕРЕ  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЛЬДУР, ЕВРЕЙСКАЯ АВТОНОМНАЯ ОБЛАСТЬ)»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата  
геолого-минералогических наук по специальности: 1.6.6 – Гидрогеология.

Рецензируемая работа посвящена изучению процессов и механизмов формирования химического, изотопного и газового состава низкоминерализованных термальных трещинно-жильных вод, циркулирующих в массивах кристаллических пород.

**Актуальность работы** не вызывает сомнения и обусловлена необходимостью всестороннего глубокого изучения механизмов и путей формирования месторождений термальных вод которые могут быть использованы в качестве энергетических и бальнеологических объектов. Результаты, полученные при этих исследованиях, позволят получить новые фундаментальные знания о влиянии тектонических факторов на формирование подобных вод. Сведения о химическом и изотопном составе исследуемых терм позволили выявить и количественно оценить вклад атмогенного, магматогенного и корового источников вещества в их солевой состав. Предлагаемая двумерная численная модель фильтрации и тепломассопереноса флюида из глубоких горизонтов земной коры к поверхности по вертикальному разрывному нарушению позволяет понять возможные пути и механизмы движения данных вод. Список литературы, приведенный диссертантом, показывает, что проблема актуальна и множество специалистов пытаются ее решить.

**Объектом** исследования являлись – азотные термальные воды месторождения Кульдур, расположенного в отрогах горной системы Малый Хинган на территории Еврейской автономной области Российской Федерации. Данное месторождение является эталонным месторождением для термальных вод подобного типа.

**Предметом исследования** – процессы и механизмы формирования химического, изотопного и газового состава исследуемых терм.

**Целью** диссертационной работы являлось выявление механизмов и закономерностей формирования/циркуляции низкоминерализованных азотных терм кристаллических массивов используя в качестве эталона термы месторождения Кульдур, реконструирование генезиса подобных терм и построение концептуальной гидрогеологической модели на основе имеющихся реальных данных по геологии и гидрогеологии изучаемой территории. Для достижения поставленной цели диссертантом были сформулированы конкретные и ясные задачи, которые были последовательно решены в процессе выполнения работы.

1. Проведены комплексные исследования изотопного и химического состава водной и газовой компонент термальных вод месторождения Кульдур, определен генезис данных термальных вод и механизмы формирования их макро- и микрокомпонентного состава;

2. Выполнена оценка вклада атмосферного, магматогенного и корового источников вещества в солевой состав изучаемых терм;

3. Проведено детальное изучение водовмещающих толщ всех месторождений. Получены уникальные данные по минеральному и химическому составу пород, изучены поверхности зерен первичных и вторичных минералов, проведено детальное исследование глинистой фракции. Кроме того, для пород месторождения Кульдур было проведено томографическое исследование образцов, которое позволило получить данные о проницаемости и пористости водовмещающих толщ.

3. Определен период водообмена изучаемых термальных вод на основе данных по содержанию в них радиоактивных ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ) и стабильных ( $^4\text{He}$ ) изотопов, и оценен геотермический режим формирования изучаемых подземных вод;

4. Создана двумерная численная модель фильтрации и тепломассопереноса флюида из глубоких горизонтов земной коры к поверхности по вертикальному разрывному нарушению. В основе модели лежат оригинальные авторские данные о минеральном и химическом составе водовмещающих породах, расчетной (предполагаемой) глубине разлома и температуре флюида.

Работа базируется на обширном **фактическом материале**. В основу работы положены результаты, собранные автором в ходе полевых исследований месторождения Кульдур в 2015, 2018-2020 гг., а также фондовые материалы и исследования предыдущих лет. Для обоснования защищаемых положений был выполнен целый комплекс химических и изотопных опробований жидкой и газовой компоненты термальных вод месторождения, также были проведены исследования химического и минерального состава водовмещающих пород, представленных гранитами и гранодиоритами.

Для решения поставленных задач был использован широкий набор взаимодополняющих **методов**, свидетельствующих о высокой квалификации и эрудиции диссертанта.

**Научная новизна** работы несомненна и обусловлена комплексом современных методов и подходов.

- Впервые проведено комплексное аналитическое исследование химического, газового и изотопного состава азотных термальных вод месторождения Кульдур, а также комплексные исследования водовмещающих пород.
- Впервые получены данные об изотопном составе благородных газов, изотопных соотношений  $^3\text{He}/^4\text{He}$ ,  $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ ,  $^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$ , концентрациях гелия в газовой фазе, и изотопном составе главного компонента газовой фазы – азота ( $\delta^{15}\text{N}$ ).

- Проведенные исследования позволили оценить глубинные температуры формирования термальных вод на месторождении Кульдур, и рассчитать
- В данной работе впервые на основании результатов расчета геотермометров и изотопных исследований разработана гидрогеологическая 2D-схема фильтрации и массопереноса высокотемпературного флюида по вертикальному разлому из глубинных горизонтов земной коры к поверхности для термального месторождения Кульдур.
- Полученные результаты легли в основу разработанной автором концептуальной модели формирования азотных термальных вод в гранитных массивах, отражающая особенности циркуляции флюида в глубоких горизонтах земной коры.

Наработки представленные в работе Л.А.Ляминой представляют несомненный **практический интерес** для гидрогеологов-практиков и бальнеологов поскольку выявление генезиса и процессов, регулирующих изменения в химическом, изотопном и газовом составе минеральных вод, необходимо при разработке рациональной схемы эксплуатации месторождений подземных вод. Проведенный комплекс научных работ позволит выработать рекомендации для более эффективных поисков и разведки месторождений термальных вод и производить оценку их запасов, применять метод аналогии для объектов-аналогов с целью экономии средств при геологоразведочных работах.

Достоверность и надежность полученных результатов не вызывает сомнения, поскольку была обеспечена контролем аналитических данных в разных лабораториях с применением независимых методов и подтверждается использованием при решении поставленных задач надежных методов и современных технологий. Результаты, представленные в рецензируемой работе, позволяют сделать вывод о том, что основная цель работы достигнута, и все задачи, поставленные перед соискателем, успешно решены.

Диссертационная работа Е.А.Ляминой построена традиционным образом, изложена на 162 страницах и состоит из введения, литературного обзора (глава 1), 7 глав оригинальных исследований, заключения и списка литературы, включающего 214 источников. Материал иллюстрирован 85 рисунками и 21 таблицей.

Во введении диссертации автором обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель и задачи исследования. Первая глава представляет собой литературный обзор по теме исследования – в ней дается общая информация об изученности азотных термальных вод и приведен обзор предшествующих исследований, представлены существующие к настоящему моменту концепции формирования солевого и газового состава подобных терм. В этой же главе в отдельной подглаве приведена история исследования и освоения месторождения Кульдур. Вторая глава содержит информацию об объекте и предмете исследования, в ней представлен физико-географический очерк о территории исследования. В

третьей главе дана весьма подробная информация о полевых и аналитических методах исследования.

В главах с четвертой по восьмую представлены и обсуждаются результаты собственных исследований соискателя. В четвертой главе собраны геологические сведения о районе циркуляции минеральных вод и представлены результаты собственных скрупулезных исследований о химическом и минералогическом составе водовмещающих пород. Соискателем весьма детально был изучен минеральный и элементный состав гранитоидов Пионерского массива. Пятая глава посвящена гидрогеологическим условиям объекта исследования, в ней приведены детальные данные по химическому (макро и микрокомпонентному) составу природных вод месторождения Кульдур, сделаны расчеты неорганических форм миграции редкоземельных элементов в термальных водах, охарактеризован изотопный состав водной и газовой фаз. Проведенные расчеты позволили выявить генезис азота в газовой фазе термальных вод, и рассчитать вклад атмосферной, коровой и мантийной компоненты. В отдельной подглаве охарактеризованы бальнеологические свойства термальных вод месторождения Кульдур. В шестой главе приведены расчеты глубинных температур прогрева изучаемых терм и сделана оценка теплового потока на изучаемой территории. В седьмой главе, диссертант делает попытку оценить период циркуляции изучаемых вод на основе радиоуглеродного и гелиевого методов датирования. Полученные результаты свидетельствуют, что данные термальные воды являются весьма древними и их период циркуляции составляет более 65 тыс. лет. В восьмой главе представлена концептуальная гидрогеологическая модель зарождения и циркуляции термальных вод в кристаллических породах с помощью численных методов. Это наиболее интересная часть работы диссертанта, в которой представлена и описана двумерная численная модель фильтрации и тепломассопереноса флюида из глубоких горизонтов земной коры к поверхности по вертикальному разрывному нарушению. Диссертантом установлено, что температура азотных терм в области разгрузки непосредственно зависит от фильтрационных параметров и глубины заложения разломной зоны ( $\approx 4,5$  км для месторождения Кульдур). Коэффициент фильтрации слабопроницаемого массива, совместно с выводящей зоной разлома, контролируют характер циркуляции термальных вод, обуславливают время и пути миграции этих вод на земную поверхность. Заключение резюмирует результаты проведенных исследований.

Принципиальных замечаний по диссертационной работе Л.А.Ляминой нет, однако есть замечания по представлению результатов исследований и по оформлению работы:

1. Глава 4. Хотелось бы пояснения – зачем диссертант проводил томографические исследования.

2. Рисунок 4.9. «Характер распределение аксессуарных минералов в гранодиоритах (образцы К-1 и К-2) (белым цветом обозначены аксессуарные минералы)». Видимо, белым цветом обозначены рудные минералы?!

3. Глава 5. На рисунке 5.3. отсутствуют разломы, поэтому неясны пути передвижения вод. На рисунке 5.5 непонятно как соотносятся стрелки движения подземных вод и трещины в скальном массиве!

4. Глава 5, рисунок 5.11. Непонятна концепция – основная мысль рисунка. Чем отличаются розовый и голубой круг?

5. Почему-то отсутствуют данные по расчету индексов насыщения основных минеральных фаз, которые несомненно только украсили бы работу.

6. Глава 5, рисунок 5.17. Хотелось бы понять, как диссертант объясняет наблюдаемые изменения в изотопном составе поверхностных вод реки Кульдур.

7. Не хватает промежуточных выводов после каждой главы!

8. Рисунок 8.2. «Схема разбивки концептуальной модели Кульдурского месторождения». Нет пояснений, что такое Q.

Указанные замечания в значительной степени являются дискуссионными, касаются, главным образом, способа изложения материала и его оформления и не снижают достоинств диссертационной работы, которая является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на хорошем уровне.

Результаты диссертационного исследования сформулированы в трех защищаемых положениях, которые хорошо аргументированы и подкреплены значительным количеством аналитических данных. Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации.

Основные результаты диссертационной работы были доложены на международных и российских конференциях, а также широко представлены в рецензируемых журналах, из них 3 – из рекомендуемых Положением о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова по специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

Таким образом, диссертация Ляминой Ларисы Андреевны «Гидрогеологические условия формирования низкоэнталийных минеральных вод в массивах кристаллических пород (на примере месторождения Кульдур, Еврейская автономная область)» является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне.

С учетом вышеизложенного диссертация «Гидрогеологические условия формирования низкоэнталийных минеральных вод в массивах кристаллических пород (на примере месторождения Кульдур, Еврейская автономная область)», соответствует требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к кандидатским диссертациям. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.6 – Гидрогеология, 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, а её автор **Лямина Лариса Андреевна** заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

Официальный оппонент,

Доктор геолого-минералогических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени Серго Орджоникидзе», гидрогеологический факультет, профессор кафедры гидрогеологии имени В.М. Швеца

Лисёнков Александр Борисович

14.09.2022

Контактные данные:

Тел.: +7

E-mail:

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:  
04.00.06 - Гидрогеология

Адрес места работы:

117997, Российская Федерация, Москва, ГСП-7, ул. Миклухо-Маклая, д. 23, ФГБОУ ВО «Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени Серго Орджоникидзе», гидрогеологический факультет, профессор кафедры гидрогеологии имени В.М. Швеца. Тел.: +7 (495) 255-15-10, доб. 21-43; E-mail: kaf-gg@mgri.ru.

Подпись Лисёнкова А.Б. удостоверяю

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА  
ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ

*Александр Лисёнков*