

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Ляминой Ларисы Андреевны «Гидрогеологические условия формирования низкоэнталийных минеральных вод в массивах кристаллических пород (на примере месторождения Кульдур, Еврейская автономная область)» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

Работа Ляминой Л.А. посвящена изучению низкоэнталийных азотных термальных лечебных вод месторождения Кульдур, располагающегося в одноименном поселке в отрогах хребта Малый Хинган на территории Еврейской автономной области Российской Федерации. В ходе полевых исследований с 2015 по 2020 гг. автором были отобраны пробы из термальных скважин, реки Кульдур и атмосферных осадков, а также произведен отбор образцов водовмещающих пород в районе исследования. Теоретическая составляющая работы включала исследование гидрогеологических условий и механизмов формирования азотных терм в массивах кристаллических горных пород. При этом осуществлялось, в частности, решение следующих задач, характеризующихся научной новизной и имеющих практическое значение: (1) Выяснение положения областей водного питания гидротермальной системы Кульдур по данным изучения изотопного состава воды; (2) Выяснение условий формирования газового состава, в том числе азота и гелия в газовом составе Кульдурских скважин и источника; (3) Разработка профильной 2D термогидродинамической FEFLOW-модели гидротермальной системы Кульдур с целью обоснования циркуляционного механизма ее формирования в разломе глубокого заложения; (4) Выяснение времени водообмена в гидротермальной системе Кульдур по гелиевому методу и по линиям тока на термогидродинамической модели.

Замечания:

(1) Следовало бы упомянуть в обзоре классические работы по выяснению областей водного питания гидротермальных систем (в Исландии - Arnason B. *Hydrothermal Systems in Iceland Traced by Deuterium* // *Geothermics*. – 1977. – Vol.5– №1/4– P. 140–144., в России – на примере Паратунских месторождений (Камчатка), Kiryukhin et al, *Thermal and permeability structure and recharge conditions of the low temperature Paratunsky geothermal reservoirs in Kamchatka, Russia* // *Geothermics*. – 2017. – Vol. 70. – P. 47-61.). Это был важный момент для обоснования методов оценки геотермальных ресурсов, когда парадигма В.В. Аверьева (1966) о водном питании гидротермальных систем из локальных бассейнов была заменена (на основании изучения изотопного состава воды) парадигмой удаленного водного питания.

(2) Непонятно, каким образом по данным [Bowen et. al., 2005; Bowen et. al., 2010] выполнена оценка высотных отметок области водного питания гидротермальной системы Кульдур 800–1000 м.

(3) N_2/Ar в диапазоне от 53.8 до 58.6 - немного выше asw 38-40 (при комнатной температуре?), но может в области водного питания на высотах 800–1000 м и при более низких температурах это соответствует asw ?

(4) В уравнениях (1 – 3) не хватает «корового» члена. Если предполагается, что «коровый» и «слэбовый» члены одно и то же, то это надо объяснить.

(5) В уравнении (2) предполагается, что He/N_2 смеси газов из атмосферы, мантии и слэба равно средневзвешенному – что не очевидно (не вытекает из массового баланса) и нуждается в пояснении. Кроме того, значительный диапазон изменения параметров в уравнении (2) $((\text{N}_2/\text{He})_m = 150 \pm 30$ или $\pm 20\%$) исключает возможность однозначной оценки составляющих генетических компонент N_2 .

(6) Данные из табл.2 показывают $\delta^{15}\text{N}$ в Кульдурских пробах от 0.1 до 0.9‰, т.е. с учетом погрешности анализа и того факта, что в атмосфере 99.63% $\delta^{14}\text{N}$ and 0.37% $\delta^{15}\text{N}$, это чисто атмосферный азот. Последующие вычисления по уравнениям (1-3) с выводом о том, что воздушная компонента составляет 54%, а коровая 40% - лишены смысла.

(7) В уравнениях (4-5) предполагается, что $^3\text{He}/^4\text{He}$ и $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ в смеси газов из атмосферы, мантии и коры равно средневзвешенному – что не очевидно (не вытекает из массового баланса) и нуждается в пояснении.

(8) Таблица 3 нуждается в пояснении: где, кем и когда выполнялись анализы изотопного состава газов из Кульдурских скважин, какова погрешность определения

(9) Невозможно понять, как задано геофильтрационное пространство в 2D термогидродинамической FEFLOW-модели гидротермальной системы Кульдур, т.к. не показано распределение фильтрационно-емкостных свойств и граничных условий, заданных на модели, в графическом виде.

(10) Непонятно каким образом были получены оценки времени водообмена по «гелиевой методике датирования возраста» подземных вод (62 342–172 756 лет для скважины 2-87 и 53 651–154 246 лет для скважины 3-87. Необходимы пояснения в чем заключается «гелиевая методика датирования возраста» подземных вод.

(11) Рис.6 приводит к заключению, что в программе FEFLOW не учитывается свободная конвекция, т.к. задача решается напорах. Это может существенно занижить расход циркуляции в принятой модели гидротермальной системы.

(12) В а\р нет ни одного рисунка с модельным распределением температуры, хотя о распределении температуры много написано. Это создает трудности для понимания функционирования модели и полученных с ее помощью результатов.

(13) На рис. 7 нет масштаба, не понять – это часть модели или модель в целом. Что понимается под «возрастом» термальных вод? Время дохода от области водного питания до заданной точки геофильтрационного пространства? Тогда отметки времени на изолиниях должны сменяться от меньших значений к большим при восходящей фильтрации, а не наоборот, как показано на рис.7. На рис. 7 необходимо указать, что размерность возраста в годах.

Несмотря на множество замечаний, представленная к защите работа отличается существенной новизной в постановке задач и в целом соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

Кирюхин Алексей Владимирович

Доктор-геол.-мин. наук, проф.

Главный научный сотрудник лаборатории тепломассопереноса

Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

683006 Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа 9

E-mail: .

Тел.: 89

Я, Кирюхин Алексей Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

20.09.2022 г.

Подпись Кирюхин

Зав. ОК ИВиС ДВО РАН

Поляков Андрей Юрьевич

Кандидат-геол.-мин. наук.

Старший научный сотрудник лаборатории тепломассопереноса

Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

683006 Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа 9

E-mail: pol@kscnet.ru

Тел.: 896

Я, Поляков Андрей Юрьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

20.09.2022 г.

Подпись Поляков

Зав. ОК ИВиС ДВО РАН