

Отзыв дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.25
на диссертационную работу **Зиппы Елены Владимировны «Геохимия**
термальных вод провинции Цзянси (Китай)», представленную на соискание
учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности
25.00.07 – Гидрогеология

Диссертационная работа состоит из 126 страниц машинописного текста, включающего список используемой литературы из 212 наименований на 21 стр., из них 126 ссылок на иностранном языке. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы.

Цель диссертационного исследования заключается в обосновании процессов и механизмов формирования термальных вод провинции Цзянси с использованием арсенала геохимических методов.

Термальные воды этой части Китая чрезвычайно интересные по своему составу. Они дифференцируются на два типа: 1) азотные с низкими уровнями минерализации, восстановительными геохимическими обстановками и температурой терм от 27 до 83 °С, при средней температуре источников 59 °С, что позволяет отнести их к разряду тёплых и горячих терм; 2) второй тип по температуре также относится к тёплым и горячим термам, более минерализованным, более кислым по рН и в них содержится свободная углекислота. В ряде случаев водоисточники этих типов вод пространственно сближены, хотя в общем генерализованном плане каждый из них имеет свой ареал распространения.

Именно эти два типа вод служат той базой, на которой развиваются модельные рассуждения об их происхождении и возможных механизмах их формирования. Решение этих вопросов с точки зрения теоретических представлений является чрезвычайно важным. Каждый из этих типов вод обладает также своими бальнеологическими свойствами, что делает актуальным изучение формирования особенностей химического состава источников с точки зрения их качественного состава. *Но об этом только заявлено во вводной части работы, а дальше эта тема не раскрывается.*

Фактический материал. В основу диссертационной работы положены личные наблюдения диссертанта при проведении совместных российско-китайских полевых экспедиционных работ в 2015 и 2017 гг. За этот период было исследовано 18 разнотипных источников с измерением ряда параметров, в том числе быстро изменяющихся показателей (рН, Eh, температура), отобраны пробы для определения изотопного состава воды на серу, углерод, кислород, водород, также пробы воды были отобраны для определения гидрохимических и геохимических показателей. Кроме того, использовались данные китайских исследователей по 11 термальным источникам.

Аналитические исследования выполнялись в Восточно-Китайском техническом университете (г. Наньчан), ИПРЭК СО РАН (г. Чита), ДВГИ ДВО РАН (г. Владивосток), в Национальном исследовательском Томском политехническом университете. Использовались самые современные методы анализа: индуктивно связанная плазма с масс-спектрометрическим окончанием, ионообменная

хроматография и другие. Расчёты равновесий термальных вод с минералами осуществлялся с помощью современных программных комплексов.

Во время прохождения научной стажировки в Университете Сорбонна (Франция) диссертант освоил, а в дальнейшем применил в работе подход французских исследователей, основанный на использовании химического состава гидротерм, для расчёта площадей активной поверхности растворяемых минералов.

Хорошее знание английского языка позволило диссертанту глубоко проанализировать состояние данной проблемы за рубежом и получить сопоставительные данные.

Всё это в совокупности предопределило хорошее качество полученных данных, положенных для формулировки и обоснования защищаемых положений.

Диссертантом сформулировано три защищаемых положения.

В *первом положении* доказывается, что на территории провинции Цзянси формируются азотные термы и термальные воды с повышенным CO_2 , выходы которых приурочены к глубинным разломам и локализуются преимущественно в пределах распространения гранитных пород. Каждый из этих типов имеет свои гидрогеохимические и геохимические особенности.

Обоснование первого защищаемого положение дано, прежде всего, в главе 4. При этом в разделе 4.1.2 приводятся полные гидрогеохимические характеристики вод. Установлены обратные зависимости минерализации от рН и рН от T° , тогда как между минерализацией и температурой наблюдается прямая зависимость. Обратная зависимость установлена между катионами $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ и концентрацией бикарбонат-иона и CO_2 .

Выявлены весьма интересные прямые зависимости между содержанием F^- и показателями рН и содержанием Ca^{2+} , тогда как с показателями гидрокарбонатности они обратные. Интересные данные получены автором при рассмотрении геохимии микрокомпонентов в термальных водах провинции. В табл. 4.16 приведены данные для 41 химического компонента. Установлены характерные особенности азотных терм, которые заключаются в повышенных значениях В, Мо, As, Cs, Ga и ряда других элементов. При этом углекислые термы характеризуются более высокими содержаниями Sr, Mn, Rb, U, Be и др.

Термальные воды с повышенным CO_2 разделены диссертантом на 4 группы по общим гидрогеохимическим показателям и это, наверное, правильно.

Следовало бы попытаться сделать это и для микрокомпонентов, которые автором разделены на катионогенные, анионогенные и элементно-комплексобразователи. Кроме того, исследователем выделены в отдельную группу редкоземельные элементы.

Можно только приветствовать попытку автора сопоставить содержание элементов с ГОСТом для оценки качества термальных вод.

Отдельно остановлюсь на геохимии радиоактивных элементов. Напомню, что Th в природе находится в 4-х валентном, а U как в 4-х, так и в 6-и валентном состояниях, в зависимости от температуры и окислительно-восстановительного потенциала. Из таблицы 4.6 видно, что Th в обоих типах вод содержится на уровне 0,01 мкг/л, а U значительно выше и простое деление Th на U нам не даст искомые цифры. Здесь, как мне кажется, закралась некоторая неточность.

Во *втором защищаемом положении* утверждается, что термальные воды находятся на разных стадиях эволюционного развития: термы с повышенным содержанием CO_2 равновесны с глинистыми минералами и кальцитом и достигают стадии насыщения к флюориту, а азотные термы равновесны к более широкому кругу минералов, достигая стадии насыщения к альбиту.

Обоснование этого положения приведено в главе 5. Это положение базируется на расчётных моделях, и оно существенно дополняет ранее полученные данные школы С.Л. Шварцева. И здесь как говорится не убавить, не прибавить. *Непонятно только, что делает гроссуляр на рис. 5.2 б? Он ни по каким канонам не входит в ассоциацию минералов каолинит-ломонтит. Здесь требуется разъяснение. Также пояснений требует и расчёт площади растворяемых минералов. Какова цель этих расчётов?*

Третье защищаемое положение касается механизмов формирования трещинных термальных вод.

Автор по совокупности ранее полученных данных по химизму вод, эволюции их изменения, по многочисленным изотопным данным, а также по расчётным данным утверждает их инфильтрационное происхождение. С этим не поспоришь. Однако, инфильтрация – это механизм миграции флюидов, а в данном случае речь идёт о природе флюида (растворитель + растворённые компоненты + газ). Соответственно, либо это вадозные воды (атмосферные, поверхностные) или глубинные (магматогенные, трансмагматические, метаморфогенные), а может и те, и другие вместе.

Согласно третьему защищаемому положению расчет температуры вод и глубины их миграции позволил диссертанту построить свою концептуальную модель формирования данных термальных вод (рис. 6.5), которая достаточно хорошо обоснована, в том числе эволюцией изотопного состава серы. *Но надо было бы вспомнить и об изотопных данных по С (стр. 45), которые могут интерпретироваться как мантийные.*

Хотелось бы только отметить, что использовать такие формулировки как «... флюорит образуется после кальцита ...» (стр. 99, последний абзац) не совсем корректно, т.к. это теоретические рассуждения, а эмпирика утверждает, что это частный случай в общей практике гидротермального рудообразования, процесс формирования полистадийный.

В работе есть терминологические недочёты: увлечение термином «разлом»; название пород дано не по магматическому кодексу, а по структуре (миаролититы) и т.д.

В целом, диссертационная работа **Зиппы Елены Владимировны «Геохимия термальных вод провинции Цзянси (Китай)»** представляется цельным, самостоятельно выполненным исследованием на весьма актуальную тему, развитие которой даёт возможность получить ещё одну модель формирования двух типов термальных вод провинции Цзянси. Содержание автореферата находится в полном соответствии с диссертацией. Список многочисленных опубликованных работ раскрывает основное существо изложенных в работе результатов. Диссертация соответствует паспорту специальности 25.00.07 – Гидрогеология, пп. 8-12 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском

политехническом университете» (приказ ректора № 93/од от 06.12.2018 г.), а сама **Зиппа Елена Владимировна** заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по искомой научной специальности.

Дополнительный член диссертационного
совета ДС.ТПУ.25
доктор геолого-минералогических наук,
профессор, профессор отделения геологии
Инженерной школы природных ресурсов
Национального исследовательского
Томского политехнического университета

Л.П. Рихванов

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ)
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: +7 (3822) 41-89-10
E-mail: rikhvanov@tpu.ru

Я, Рихванов Леонид Петрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Л.П. Рихванов

27 мая 2020 г.

Подпись профессора Л.П. Рихванова заверяю:

Ученый секретарь
Национального исследовательского
Томского политехнического университета



О.А. Ананьева