

## ОТЗЫВ

на диссертационную работу Дамдина Сурмаажавы

«Термальные воды в гидрогеологических структурах Хангайского сводового поднятия центральной Монголии», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология

Термальные воды широко распространены во многих странах и имеют давнюю историю использования. В зонах их распространения создаются мощности по генерации электрической энергии, по теплоснабжению жилых и производственных объектов, по обустройству курортов и бальнеологических центров. Характерное многообразие свойств вмещающих геологических структур, гидрогеологических условий питания термальных вод и их разгрузки, а также формирования состава водорастворенного комплекса определяют необходимость решения комплекса сложных теоретических и прикладных задач для каждого конкретного района их распространения.

В диссертационной работе эти вопросы рассматриваются применительно к термальным водам Хангайского сводового поднятия центральной Монголии. На данной территории были выявлены более 20 источников и месторождений термальных вод, установлены основные черты геолого-гидрогеологических, гидрогеохимических и геотермических условий. Однако многие вопросы формирования, распространения и использования подземных вод Хангайской гидротермальной системы остаются нерешенными. Этим определяется безусловная актуальность, большое научное и практическое значение темы диссертации.

Диссертационная работа общим объемом 166 страниц состоит из введения, пяти глав, заключения, 61 рисунков, 10 таблиц, списка использованной литературы из 189 наименований. По результатам исследований опубликовано 3 коллективных учебных пособия и 2 карты, опубликовано 23 работы, из них 5 публикаций в журналах, рекомендованных ВАК.

В целом работа имеет четкую и логичную структуру.

Во введении обосновывается актуальность исследования, научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы цель и задачи диссертации, описаны методы исследований, исходные материалы и личный вклад автора в решение проблемы, перечислены положения, которые выносятся на защиту, представлены данные по апробации работы на Международных, Всероссийских и Монгольских конференциях.

В первой главе приводится краткая история изучения термальных вод Хангайского поднятия, начиная с 20-х годов XX века. Сообщается о трудах известных русских путешественников и учёных, в которых приводятся сведения о колодцах и родниках, о качестве подземных вод, дается описание рек и озер, приводятся данные о минеральных и

термальных источниках. Отмечаются работы американских геологов, описавших термальный источник Хангая и выявивших его приуроченность к большой тектонической трещине.

Приводятся сведения о создании научно-исследовательских учреждений и производственных организациях после установления власти Народно-революционного правительства, которые систематически изучали подземные воды в Монголии. Охарактеризованы многочисленные работы, выполненные во второй половине XX века, в результате которых получена информация о региональных геотермических условиях региона и были открыты более 20 месторождений термальных и холодных минеральных вод.

Отмечается зафиксированная в Национальной программе развития санаторно-курортного дела необходимость расширения и улучшения санаторно-курортного обслуживания населения на базе месторождений подземных минеральных вод государственного, регионального и местного значения.

Во второй главе рассмотрены физико-географические и геологические условия района исследований. Отмечается, что большая часть горных вершин имеет высоту 2000–3800 м, рельеф представлен редкими узкими скалистыми ущельями среднегорным лесом, плоскими широкими водораздельными гребнями и очень широкими долинами рек, со степным ландшафтом со сглаженными мягкими формами.

Описаны климатические условия Монгольского Хангая, которые характеризуются холодной и длительной зимой, коротким летом, малым количеством атмосферных осадков и большими амплитудами изменения температуры воздуха. Приведена информация о геокриологических условиях, с выделением районов различного типа распространения многолетнемерзлых пород – крупно-масштабного, островного, а также с сезонным промерзанием грунта.

В разделе о геологическом строении приводится информация о стратиграфии Хангайского сводового поднятия от верхнего докембрия, до четвертичной системы. Описываются нижнепалеозойские интрузии, приуроченные к краевым поперечным поднятиям Монголо-Забайкальской системы. Отмечаются отдельные периоды наиболее интенсивного внутриконтинентального магматизма с наибольшими объемами изверженных пород в перми, юре, мелу, кайнозойе. Отдельно рассмотрены особенности строения и состава Тарбагатайского, Хангайского, Шар ус гольского и Эгийн дабинского интрузивных комплексов. Охарактеризован неоген-четвертичный вулканизм.

В этой же главе приведены сведения о структурно-тектоническом районировании рассматриваемой территории, о выявленных разрывных нарушениях. Для решения задач диссертационного исследования выделяются и детально описываются глубинные, региональные и локальные разрывные нарушения.

В целом это служит основой для последующего структурно-гидрогеологического анализа, представленного в третьей главе диссертационной работы. В этой главе описывается гидрогеологическое районирование территории, в рамках которого выделяются два крупных гидрогеологических региона – Северный и Южный, а в их пределах гидрогеологические районы первого и второго порядков. В рамках районов второго порядка выделяются гидрогеологические массивы, адмассивы, артезианские бассейны и вулканогенные бассейны, отличающиеся, условиями формирования, строением и фильтрационно-емкостными свойствами.

Для выделенных гидрогеологических структур – гидрогеологических массивов, гидрогеологических бассейнов и обводненных разломов – приводятся детальные сведения о возрасте и генезисе вмещающих пород, о водообильности, минерализации, компонентном составе водорастворенного комплекса и типе подземных вод. Отдельно детально представлены химический и газовый состав гидротерм и их температуры по выявленным выходам термальных вод и полученным из пробуренных скважин.

На основе представленных и проанализированных данных в диссертации сформулирован комплекс поисковых критериев проявлений термальных вод и локализации месторождений, включающий сейсмический, литологический, гидрогеотермический, структурно-тектонический, геоморфологический, магматический, криогенный, геофизические, геохимические признаки.

В четвертой главе приводятся модельные представления о влиянии геологических, физико-химических и гидродинамических процессов на формирование гидротермальных систем и их свойства, рассматриваются особенности глубинного строения, включая закономерности изменения мощности литосферы, и детально анализируются геолого-геотермические условия имеющихся участков проявлений термальных вод.

Дается характеристика основных представлений о природе возникновения изотерм и их свойствах, в частности аномально высоких геотермальных условиях, создаваемых новейшей магматической деятельностью. Обосновывается существенное значение в формировании химического состава грунтовых вод и их нагреве глубинных флюидов, связанных с активными магматическими очагами и остывающими интрузивами. Как главные предпосылки образования крупных гидротермальных месторождений рассматриваются хорошая проницаемость пород, наличие водонепроницаемых «перекрытий», препятствующих интенсивной разгрузке флюидов на поверхности, а также ряд других факторов.

В этой же главе приводятся оценки глубинных температур термальных источников с использованием «кремниевых геотермометров» - зависимости растворимости в подземных водах кремнезема от температуры. Проводится сопоставление полученных результатов с результатами применения катионного геотермометра. Дана оценка глубины

формирования термальных вод на некоторых источниках Хангайского сводового поднятия. Полученные результаты позволили выделить наиболее перспективные участки в центральной части Монголии вне зависимости от природы возникновения тепловой аномалии. Приведенные в работе данные по соотношению изотопов гелия в геотермах характеризуют наличие современной разгрузки тепломассопотока из мантии в земную кору.

Пятая глава посвящена анализу ресурсной базы проявлений термальных вод и их основных месторождений. Для месторождений термальных подземных вод гидрокарбонатно-натриевого и сульфатно-натриевого типов – Хужирт, Шаргалжуут, Сайхан Хульж и Отгонтэнгэр, дается детальное описание климатических, физико-географических, геологических и гидрогеологических условий. Приводятся данные о химическом составе поверхностных и подземных вод. Определяются области питания гидротерм. Для месторождения термальных вод Хужирт автором диссертации выполнена оценка эксплуатационных запасов.

В качестве особых объектов в диссертации рассматриваются природные гидроминеральные комплексы Аварга Тосон и Хужирт – сосредоточение проявлений и месторождений различных типов минеральных вод в непосредственной близости друг от друга, что обеспечивает возможность их комплексного использования для бальнеологических целей.

В заключительной части главы приводятся сведения об использовании термальных вод Монголии в бальнеологических целях, для отопления и электроснабжения. Оцениваются тепловые ресурсы 20 источников и месторождений термальных вод Хангайского сводового поднятия Монголии. Обосновывается возможность увеличения теплоэнергетических ресурсов за счет применения современных геофизических методов поиска гидротерм. И обосновываются рекомендации по бурению и обустройству скважин на термальные воды для обеспечения надежной изоляции притоков холодных вод и для снижения температурных потерь гидротерм при их движении по стволу скважины на поверхность.

Замечания по диссертации в основном носят технический характер. Некоторые из них приводятся ниже.

- Нумерация страниц в оглавлении не совпадает с реальным положением глав и подпунктов в диссертации.

- Контуры Хангайского поднятия на рис. 1.2 и 2.1 различаются. Названия объектов неоднозначны – например, на стр. 17 гора имеет название Отгон-Тэнгэр-Ул, а на 18 стр. Отгонтэнгэр.

- Из текста диссертации неясно что отражено на рис. 4.2 – что значит глубинное строение, что отражается по сейсмическим данным, что отражается по геотермическим данным, что такое точки пересечения измеренных тепловых потоков?

- С точки зрения математики неверно говорить о том, что теплопроводность глинистого пласта изменяется обратно пропорционально степени его водонасыщенности (стр. 95). В этом случае при нулевой водонасыщенности теплопроводность должна быть бесконечной.

- Неясно, что отмечено звездочками в последней колонке таблицы 4.1 (стр. 110).

- На рис. 5.7 в легенде отображено обозначение для предполагаемых изотерм, а на самом рисунке такие изотермы отсутствуют.

- На рис. 5.12 не приведены числовые значения теплового потока на изолиниях.

- При описании градиента температур (стр. 144) приводятся значения в градусах –  $3,3^{\circ}\text{C}$  или  $2,5^{\circ}\text{C}$ . Возможно речь идет о таком изменении температур на 100 м глубины.

Замечание вызывает отступление от системного изложения стратиграфии района (п. 2.2.1 диссертации) от верхнего докембрия до четвертичной системы с последовательно вложенным включением описания отложений нижнего палеозоя без указания их конкретной привязки к стратиграфическому элементу (системе).

Следует также отметить, что при формировании геотермического поля в сложно построенной гидрогеотермальной системе Хангайского поднятия участвуют многочисленные, разноплановые и разномасштабные процессы. Они достаточно подробно описаны в диссертации. Но достоверность предлагаемых в диссертации ряда выводов, например, что в бассейне осадконакопления и зоне геостатического давления формируется очень мощный водоносный горизонт, аккумулирующий большое количество избыточного внутривоздушного тепла (стр. 96) требует, как представляется дополнительного обоснования и уточнения. Однако строгое описание рассматриваемых процессов, и их детальное понимание требует привлечения специализированного аппарата математического и физико-химического моделирования, что, конечно, выходит далеко за рамки задач рассматриваемой диссертационной работы,

Основное замечание относится к явно недостаточному вниманию к детальной пространственной привязке большого числа объектов различного типа, названия которых используются и свойства которых описываются в диссертации. Например, к изображению на рисунках расположения районов, зон, областей, элементов рельефа, о которых идет речь в диссертации. Так в пункте про магматизм со ссылкой на рис. 2.10 идет речь о Нарийн дэльском массиве в Западно-Хангайской зоне, Хужиртийском массиве в Восточно-Хангайской зоне и ряд массивов Северо-Хангайской зоны. Но ни одно из этих названий не отражено на ссылаемом рисунке. При описании гидрогеологических структур (стр. 52) приведены названия регионов и районов первого и второго порядков без отражения их

расположения в виде рисунка или схемы. Очень часто при описании границ используются географические координаты широт или медиан, но на рисунках эти координаты не приведены.

Это делает практически невозможным, без обращения к специализированным и зачастую труднодоступным источникам, понимание представленных в диссертации материалов в относительно полной мере.

В целом представленные в работе результаты основаны на большом объеме фактических материалов, на значительном количестве теоретических и экспериментальных исследований, что определяет обоснованность защищаемых положений диссертации. Научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненных исследований не вызывает сомнений. Отмеченные замечания не являются критическими. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Выполненное Дамдином Сурмаажавом исследование является завершенной научной работой, содержащей решение задач, имеющих существенное значение для развития гидрогеологии и практического использования геотермальных ресурсов Монголии. Работа соответствует требованиям, установленным ВАК РФ, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

#### Официальный оппонент

главный научный сотрудник, директор  
ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и  
геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
Западно-Сибирский филиал,  
доктор технических наук

Андрей Гарьевич Плавник

Адрес: 625026, Тюмень, ул. Таймырская, 74,  
ЗСФ ИНГГ СО РАН  
E-mail: plavnikag@ipgg.sbras.ru  
Тел.: +79088732907

