

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию Хубаевой Ольги Руслановны «Тепловое питание гидротермально-магматических систем хр.Вернадского (о. Парамушир, Курильские острова)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01. - общая и региональная геология.

Актуальность работы

Работа О.Р. Хубаевой посвящена проблеме поиска альтернативных возобновляемых источников энергии, к весьма перспективным из которых относится геотермальная энергия. Большая часть геотермальной энергии в мире добывается в областях современного вулканизма, к которым относятся Курильские острова и в частности о. Парамушир Курильской гряды.

Цель исследования, поставленная автором - выявление и изучение конкретных особенностей источников теплового питания гидротермально-магматических систем, влк. Эбеко и влк. Крашенинникова, расположенных на хр. Вернадского (о. Парамушир, Курильские острова).

Основные задачи:

- 1) Обнаружение проницаемых зон, контролирующих размещение и циркуляцию природных вод в пределах гидротермально-магматических систем хребта Вернадского, при помощи структурно-геоморфологических методов и полевых наблюдений;
- 2) Картирование интрузивных тел и геотермальных проявлений хр. Вернадского, а также замеры температур и расхода воды в ручьях для составления карты теплового поля очагов скрытой разгрузки термальных вод для центральной части хр. Вернадского;
- 3) Оценка взаимосвязи выделенных зон повышенной проницаемости с системами интрузивных тел и геотермальными проявлениями;
- 4) Комплексный анализ структурно-геоморфологических и геолого-геохимических данных для определения источника теплового питания гидротермально-магматических систем

Практическая значимость исследования заключается в том, что авторские результаты могут оказать существенную помощь в поисках геотермальной энергии и строительства объектов, генерирующих электрическую и тепловую энергию на территории о. Парамушир.

Опубликованные материалы (Хубаева и др., 2005; Хубаева и др., 2007; Хубаева, Рычагов 2009; Хубаева и др., 2011) были использованы составителями итогового отчёта «Изучение парогидротерм на Высокоутёсном и Приустьевом участках Северо-Парамуширской гидротермальной системы», для интерпретации геофизических данных и оценки перспектив территории на ресурсы подземного тепла [Подошвин, 2012].

Содержание работы.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 136 наименований.

Глава 1 посвящена краткому обзору исследований, связанных с механизмами формирования мантийных магматических очагов и периферических коровых очагов, а также магмоподводящих

дайковых систем и их роли в формировании теплового поля гидротермально-магматических систем. Рассмотрены магматические системы различного происхождения, как островодужные, так и магматические системы СОХ (Исландия) и плюмовые (Гавайи).

Глава 2. Здесь рассматривается геологическое строение острова Парамушир, так и непосредственно объекта исследования – хр. Вернадского. Кратко охарактеризованы вулканы и гидротермальные системы, входящие в состав хребта Вернадского.

Глава 3 посвящена описанию комплекса методов, использованных в исследовании. Для решения поставленных задач использовался комплекс геолого-геоморфологических методов.

Геологическое картирование - нанесение разрывных нарушений и интрузивных тел, разгрузки подземных вод, воронок взрыва, фумарол, оконтуривание гидротермально-изменённых пород. На камеральном этапе использован метод структурно-геоморфологического картирования региональных разрывных нарушений, линеаментный анализ - для выделения зон повышенной проницаемости для парогидротерм и другие методы, которые позволили автору оценить тепловую мощность системы, получить представление об источниках её теплового питания.

Глава 4 - часть работы, где сосредоточена большая часть материалов, полученных автором и, по сути, представлена информация, которая может быть востребована в дальнейшем и иметь важное значение с точки зрения прогноза исследованного района как потенциального геотермального резервуара пригодного для добычи тепловой энергии. Приведен как литературный материал, так и собственная фактура по структуре объекта исследования, выявлению зон локальной тектонической трещиноватости, картографический материал по разрывным нарушениям, расшифровке автором линеаментной сети, описание интрузивных тел, обеспечивающих тепловое питание района. Все это весьма существенно дополняет данные предыдущих исследователей по о. Парамушир и позволяет автору выявить зоны повышенной проницаемости для паро-гидротерм в исследуемом районе, оценить их взаимосвязь с системами интрузивных тел и сделать определенные выводы по перспективности на энергетические ресурсы северной части острова.

Глава 5 посвящена тепловому питанию гидротермально - магматических систем хребта Вернадского, хотя не забыты здесь и типы гидротермальных флюидов и процессы химического взаимодействия гидротерм с вмещающими породами и магматитами. Описаны гидротермальные системы вулканов Крашенинникова, Эбеко. В центральной части хр. Вернадского автор выделяет отдельную гидротермально-магматическую систему, приуроченную к вулкану Крашенинникова, фумарольная активность которого может быть связана с существованием интрузивного комплекса на глубине. Вулканический центр Эбеко, расположенный на северном окончании хр. Вернадского, характеризуется высокой активностью и связанной с ней гидротермальной деятельностью. Возможно в районе хр. Вернадского происходит смещение вулканизма на север и низкотемпературная гидротермальная система на восточном склоне влк. Крашенинникова сопряжена с остывающими телами, расположенными на глубине, что подтверждается геофизическими данными. Данные автора позволяют предположить, что

гидротермально-магматическая система влк. Крашенинникова имеет низкотемпературный режим в приповерхностной зоне и высокотемпературный режим на большей глубине. Для определения скрытых разгрузок термальных вод приводится построенная автором карта теплового поля очагов скрытой разгрузки термальных вод. Делается вывод о том, что в районе хр. Вернадского существует две современные гидротермально-магматические системы (в. Эбеко и гидротермально-магматическая система в. Крашенинникова), тепловое питание которых обеспечивается остывающими интрузивными телами. Далее следует общее **закключение** работы, гласящее о том, что комплекс геолого-геоморфологических методов исследования в сочетании с полевыми данными, позволил выявить зоны повышенной проницаемости для паро-гидротерм, оценить их взаимосвязь с интрузивными телами и геотермальными проявлениями в северной части о. Парамушир.

Обобщение материала показало, что выходящий на поверхность дайковый комплекс, сопряжен с зонами распространения гидротермально-измененных пород, а выделенные на основе геофизических данных субвулканические интрузивные тела (предположительно силлы), расположенные на глубине ~ 2,5 км пространственно совпадают с выходами термальных источников на дневную поверхность. Географическое положение выделенных интрузивных тел совпадает с выделенными разрывными нарушениями и зонами высокой тектонической раздробленности пород.

Сделан вывод, что тепловое питание гидротермально-магматических систем хребта Вернадского обеспечивается системой остывающих интрузивных тел (силло-дайковым комплексом), а современная гидротермальная деятельность хр. Вернадского связана с крупным разрывным нарушением осевой части хр. Вернадского ССВ простираения и второстепенными разрывными нарушениями СЗ и СВ простираения.

Полученные данные могут использоваться как основа при дальнейших исследованиях гидротермальных систем северной части о. Парамушир.

Полученный автором материал позволил вынести ему на обсуждение следующие защищаемые положения, которые по мнению оппонента логично и успешно доказаны.

1. Современная гидротермальная деятельность хр. Вернадского связана с крупным разрывным нарушением осевой части хр. Вернадского ССВ простираения, а также с второстепенными разрывными нарушениями СЗ простираения (р-н вулканического центра Эбеко) и СВ простираения (р-н вулканического центра Богдановича).
2. Скрытое разрывное нарушение, обнаруженное на восточном склоне хр. Вернадского, пространственно совпадает с крупным интрузивным телом (основного или среднекислого состава), расположенным на глубине 2,5 км, а также ярко проявляется в трехмерной модели тектонической раздробленности блока пород для северной части о. Парамушир.
3. Интрузивные тела (силлы, дайки) являются основным источником теплового питания термальных вод северной части острова Парамушир. Разрывные нарушения, генетически

внедрение силло-дайкового комплекса, предопределяют пространственную локализацию зон разгрузки термальных вод

Апробация работы. По теме диссертации автором опубликованы **2** статьи в рецензируемых журналах, включённых в список ВАК и **2** - в сборнике статей, индексируемых SCOPUS.

Основные результаты исследования и положения диссертационной работы прошли апробацию на **7** международных, **4** всероссийских и **3** региональных конференциях:

Оценка диссертации высокая. За время работы над диссертацией автор изучил обширную литературу по проблемам близким к теме работы, но самого различного плана, проведены полевые, лабораторные и камеральные исследования, в результате которых получен большой фактический материал. Эта работа позволила автору подготовить диссертацию высокого уровня. Ниже перечислены вопросы и замечания, возникшие при чтении диссертации.

Глава 1. Хотелось бы отметить неясные моменты относящиеся к содержанию этой главы.

1. Стр. 16. Что имеется ввиду под под выражением "... побочные образования более крупных сооружений". Можно ли понимать под "..побочными образованиями" т.н. "кустовые вулканы" упомянутые ниже?
2. Стр. 17. « ... Ряд исследователей [Федорченко и др., 1989] считают, что расположение вулканов Курильских островов контролируется не разрывными нарушениями их основания, но имеют сдвиговый характер глубинных зон повышенной проницаемости». **Комментарий оппонента:** По современным данным, расположение островодужных вулканов контролируется формированием мантийных очагов, которые, в свою очередь, обязаны своей локализацией Р-Т условиям дегидратации субдуцирующей плиты. Освобожденный флюид мигрируя в мантийный клин, выплавляет материнские очаги островодужной магмы. А формирование разрывных нарушений и зон повышенной проницаемости это уже вторичные процессы.
3. Стр. 17. « ... Многоканальные лавово-пирокластические массивы, образуют вулканические хребты [Леонов, 2005]. ... Называют такие структуры кустовыми и линейно-кустовыми вулканами. ...». **Вопрос:** Имеют ли эти "кустовые" вулканы единый мантийный или коровый очаг или у каждого из них свой очаг магмы, и вулканы в силу каких-то обстоятельств просто сгруппированны пространственно?

Глава 2.

1. Стр. 37. «[Henley, Ellis, 1983] классифицируют гидротермальные системы, связанные с вулканами, по типу вулканизма: гидротермальные системы, расположенные в районах с ... проявлениями кислого вулканизма и гидротермальные системы, связанные с андезитовыми вулканами». **Вопрос** - Чем принципиально отличаются ГС связанные с кислым и ГС связанные с андезитовым вулканизмом с позиций геотермальной энергетики? Структурой,

мощностью, объемом, температурой, способами теплопереноса? Или еще чем? Нужна ли такая классификация?

Глава 3. (стр. 49) остался не совсем ясным один методический вопрос – Речь идет об оценке емкости геотермального резервуара, который, в данном случае, называется объемом тектонической раздробленности. В методике используются такие величины как мощность b (ширина) трещины, протяженность трещин a , глубина h . Величина a определяется визуально, b можно взять как среднестатистическую, а h приравнивается к a . Возможно, что это не совсем верно, если протяженность объекта можно определить визуально, то протяженность по глубине мы не можем определить никак. Она может зависеть как от уровня эрозии, так и конфигурации тектонического нарушения, которая может расширяться на глубину a , может и сужаться.

Глава 4. Стр. 57. «...Возможно, происходит миграция активного вулканизма по главной субмеридиональной зоне с юга на север, что объясняет современную деятельность вулкана Эбеко». **Вопрос:** С чем связана миграция вулканизма по этой зоне? Какие факторы ее вызывают? И еще. Глава очень важная, а обобщающего заключения к главе по сути нет.

Глава 5.

Стр. 82. «В последние десятилетия появились публикации [Рычагов и др., 2002; Чудаев, 2003], в которых обоснована генетическая связь гидротерм с магматической системой вулкана Эбеко и смежных вулканоструктур». Не совсем понятно в данном случае, что имеется ввиду под генетической связью? Чем эта "генетическая связь" доказана? А может парагенетическая связь? Если связь "генетическая", то источником гидротерм должен быть магматический очаг вулкана, а если "парагенетическая", то гидротермы метеорные и только лишь нагрев вулканический. Но может я не все понял, разъясните.

Стр. 83. «... не исключено, что в районе хр. Вернадского происходит смещение вулканизма с Юга на Север». **Вопрос:** Каково обоснование для предположения о смещении вулканизма с юга на север?

Стр. 104. «... изотопные исследования [Kalacheva et al., 2016] не свидетельствуют о присутствии морской воды в гидротермально-магматической системе влк. Эбеко. [Gigenbach, 1989] считает, что поступлению морской воды в гидротермально-магматическую систему препятствует зона самоизоляции, в качестве которой выступают отложения ангидрита и кальцита

Вопрос. Тогда откуда берется вода циркулирующая в ГС, если туда не попадает морская и метеорная вода? Дело в том, что чисто магматическая вода, учитывая весь объем магматической системы и растворенной в магме воды, не может обеспечить достаточную циркуляцию в гидротермальной системе. Даже если воды в магме очень много.

Окончательная оценка.

Отмеченные в отзыве официального оппонента замечания не снижают высокого уровня работы, которая является законченным научным исследованием и отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автореферат отражает основные положения диссертации.

Диссертация соответствует критериям, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней» и утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 для ученой степени кандидата наук, а ее автор Ольга Руслановна Хубаева заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальностям 25.00.01 общая и региональная геология

Официальный оппонент, старший научный сотрудник бюджетного учреждения науки Геологического института Сибирского отделения Российской академии наук (ГИН СО РАН), доктор геолого-минералогических наук

Николай Сергеевич Жатнуев

Почтовый адрес: 670047. г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. ба,

Тел. (3012) 43-39-55 Факс: (3012) 43-30-24.

E-mail: gin@ginst.ru, Web: geo.stbur.ru

Я. Жатнуев Николай Сергеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку .

12 мая 2020 года

Подпись Н.С. Жатнуева заверяю



Сергеевич Жатнуев по картам  *С.А. Занцева*