

Магнитометрические исследования на термальных полях Камбального вулканического хребта (Южная Камчатка)

И.А. Нужедаев, Д.К. Денисов, С.О. Феофилактов

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: Ivandf@kscnet.ru

На площади Южно-Камбальной группы термальных полей (Южная Камчатка) в осевой зоне Камбального вулканического хребта впервые проведены наземные магнитометрические исследования. Магнитная съемка выполнена магнитометром GSM-19W на эффекте Оверхаузера. Построена карта аномалий магнитного поля ΔT_a и дана качественная интерпретация первичных данных.

Введение

Южная оконечность Камчатки характеризуется интенсивной и разнообразной гидротермальной деятельностью. Помимо известных Паужетских кипящих источников выходы высокотемпературных гидротерм приурочены к двум крупным структурам: массиву Кошелевского вулкана и Камбальному хребту. На Кошелевском вулкане расположены две мощные, концентрированные группы паровых струй. Нижне-Кошелевская располагается на юго-западном склоне, на высоте 750-800 м. Общий вынос тепла оценен в 25 Гкал/сек [2]. Вторая группа представлена Верхне-Кошелевскими паровыми струями, расположенными в эрозионном кратере на абсолютных отметках 1200-1250 м. Это самая мощная разгрузка паровых струй в районе. Вынос тепла оценивается величиной порядка 50 Гкал/сек [2].

На Камбальном хребте гидротермальная деятельность сосредоточена в его осевой зоне. Здесь на высотах от 700 до 1000 м, протягивается почти 10-километровая полоса с большим числом рассредоточенных выходов паровых струй. Термопроявления Камбального вулканического хребта объединяются в 3 группы термальных полей (т/п): Северо-, Центральнo- и Южно-Камбальные. Наиболее интересной для исследований и мощной по выносу тепла (около 2000 ккал/сек) является Южно-Камбальная группа т/п (рис. 1) [1], расположенная в 7 км от активного кратера вулкана Камбальный, последнее извержение которого произошло в марте - апреле 2017 г. [3, 7]. Наши исследования посвящены, в основном, этому участку Камбального хребта.

Кратко о геофизических исследованиях в районе Камбального хребта

С точки зрения геофизических исследований район Камбального хребта и его южной оконечности, где расположен вулкан Камбальный, изучен крайне слабо. В связи с труднодоступностью, наземных геофизических исследований не выполнялось. Известны аэрогеофизические съемки гравитационного и магнитных полей, выполненные с целью выявления структурных особенностей строения полуострова Камчатка, установления связей между вулканизмом и тектоникой. Исследуемый район покрыт аэромагнитной мелкомасштабной съемкой 1:1 000 000 под руководством Л.А. Ривоша [6]. На карте аномального магнитного поля на фоне положительной аномалии, вытянутой в меридиональном направлении на протяжении всего хребта, выделяется почти изометричный максимум магнитного поля, смещенный к югу от вершины вулкана. В краевой части гравитационного поля вулкана, располагается локальная отрицательная аномалия, связанная с Паужетской вулканотектонической депрессией [4].



Рис. 1. Группа Южно-Камбальных термальных полей. Красной линией выделены: слева Южно-Камбальное Дальнее т/п, справа Южно-Камбальное Центральное т/п. На заднем плане вул. Камбальный. Фото: М.С. Чернова, с севера на юг.

Методика и фактические данные исследований

Пешеходная магнитная съемка является методом с высокой степенью информативности при изучении термальных полей, благодаря высокой чувствительности метода к выделению гидротермально измененных пород. Магнитная съемка позволяет оконтурить границы т/п, выявить особенности геологического строения термопроявлений [9]. Участки интенсивно аргиллизированных пород практически всегда выражаются пониженным (относительно соседних участков) магнитным полем, морфология которого в каждом случае различна и зависит от конкретных геологических условий.

С появлением современных аппаратурно-приборных комплексов с увеличенной длительностью работы на встроенных батареях, автоматической GPS привязкой и высокой точностью измерений стало возможно выполнение магнитных исследований в удаленных и труднодоступных районах. Авторами проведена магнитная съемка магнитометром GSM-19W на эффекте Оверхаузера фирмы GEM, производство Канада.

Магнитная съемка в районе группы Южно-Камбальных т/п выполнялась в два этапа. Первый в 2017 году на площади Южно-Камбального Центрального (ЮКЦ) т/п. Детальная магнитная съемка проводилась с шагом съемки 5 м, между профилями 25 м. Второй этап в 2018 году на площади Южно-Камбального Ближнего (ЮКБ) и Дальнего (ЮКД) т/п. Съемку можно отнести к рекогносцировочным работам с целью выделения основных магнитных аномалий, связанных с термопроявлениями этого участка и необходимостью увязать полученные результаты в единую карту магнитных аномалий ΔT_a этого района. Шаг съемки 5 м, между профилями 100-150 м. Всего было выполнено 11500 рядовых замеров магнитного поля на территории 2,5 км². Для отслеживания суточных вариаций магнитного поля использовались данные с геофизической обсерватории «Паратунка» ИКИР ДВО РАН. По материалам съемки построена карта аномалий магнитного поля ΔT_a (рис. 2).

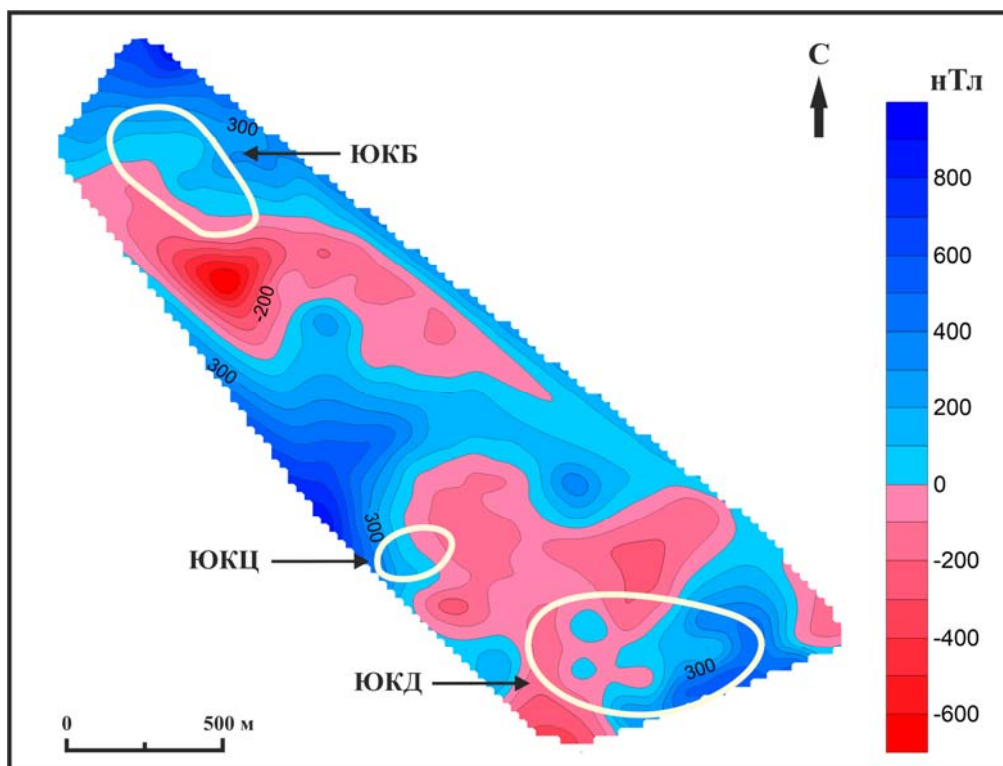


Рис. 2. Карта аномалий магнитного поля ΔT_a для группы Южно-Камбальных термальных полей. Белой линией выделены визуальные границы ЮКБ, ЮКЦ, ЮКД т/п.

При анализе результатов наземной магнитной съемки на участке Камбального хребта первое, на что необходимо обратить внимание, это характерные пониженные значения модуля вектора магнитной индукции (T) на исследуемой территории. Среднее значение T составило 50303 нТл, это ниже на 600 нТл, чем для Паужетской гидротермальной системы и на 700 нТл меньше, чем для Нижне-Кошелевского геотермального месторождения [5]. Полученные данные свидетельствуют о том, что высокоглиноземистые низкокалийевые толеитовые базальты, а также андезиты и их туфы, которыми в основном сложен Камбальный хребет [8], подверглись гидротермальному изменению и сопутствующему выщелачиванию из пород ферромагнитных минералов. Глины на поверхности наблюдаются не только в пределах т/п, но и на значительной площади с температурами ниже 20°C [1].

Интересная особенность отмечается для групп термальных разгрузок. На фоне пониженных значений магнитного поля, на карте изодинам термальные поля пространственно находятся в знакопеременной зоне. Этот факт подтверждает высказанное ранее предположение о перемещении выходов парогидротерм по площади под влиянием экзогенных геологических процессов, таких как изменение врезки местной сети водотоков и, следовательно, изменение скорости и направления движения грунтовых вод [1].

Термальные поля ЮКЦ и ЮКБ находятся в области интенсивной отрицательной магнитной аномалии ΔT_a меридионального простирания, это может свидетельствовать о единой глубинной физической природе термопроявлений.

Заключение

По результатам магнитометрических исследований получены следующие данные. Для площади Южно-Камбальной группы т/п отмечены наиболее низкие значения T в сравнении с термопроявлениями на исследуемых участках Паужетско-Камбально-Кошелевского района. Термальные поля на карте магнитных аномалий ΔT_a

находятся в знакопеременной зоне. ЮКЦ и ЮКБ т/п находятся в единой отрицательной магнитной аномалии ΔT_a .

Рекомендуется проведение магнитометрических исследований на Камбальном вулканическом хребте в дальнейшем с привлечением других геофизических методов.

Авторы выражают благодарность всем сотрудникам Южнокамчатско-Курильской экспедиции ИВиС ДВО РАН и к.ф.-м.н. С.Ю. Хомутову, заведующему геофизической обсерваторией «Паратунка» ИКИР ДВО РАН, за возможность использования данных обсерватории.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 18-35-00138 и 19-05-00102).

Список литературы

1. Белоусов В.И., Сугробов В.М., Сугрובה Н.Г. Геологическое строение и гидрогеологические особенности Паужетской гидротермальной системы. // Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 23-57.
2. Вакин Е.А., Декусар З.Б., Сережников А.И., Спиченкова М.В. Гидротермы Кошелевского вулканического массива. // Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 58-84.
3. Гирина О.А., Мельников Д.В., Маневич А.Г., Нурдаев А.А. Извержение вулкана Камбальный в 2017 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 2. С. 263–267.
4. Литасов Н.Е., Важеевская А.А. Вулкан Камбальный // Действующие вулканы Камчатки. В 2-х томах. М.: Наука, 1991. Т. 2. С. 396–405.
5. Нурдаев И.А. Уточнение строения геотермальных месторождений Паужетско-Камбально-Кошелевского района на основании магнитометрических исследований. // Материалы ежегодной конференции, посвящённой Дню вулканолога «Вулканизм и связанные с ним процессы» – Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2017. С. 185-188.
6. Ривош Л.А., Штейнберг Г.С. Геофизическое изучение камчатских вулканов. // Геология и геофизика. 1964. №7. С.13-33.
7. Рычагов С.Н., Сандимирова Е.И., Сергеева А.В., Нурдаев И.А. Состав пепла вулкана Камбальный (извержение 2017 г.) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле, 2017. № 4. Вып. 36. С. 13-27.
8. Структура гидротермальной системы / Отв. ред. В.И. Белоусов и И.С. Ломоносов. М.: Наука, 1993. 298 с.
9. Феофилактов С.О., Рычагов С.Н., Букатов Ю.Ю. и др. Новые данные о строении зоны разгрузки гидротерм в районе Восточно-Паужетского термального поля (Южная Камчатка). // Вулканология и сейсмологи. 2017. № 5. С.36-50.