

Уточнение строения геотермальных месторождений Паужетско-Камбально-Кошелёвского района на основании магнитометрических исследований

И.А. Нуждаев

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

На Нижне-Кошелёвском и Паужетском геотермальных месторождениях проведена магнитная съёмка современными магнитометрами GSM-19W на эффекте Оверхаузера по оригинальной методике. По полученным материалам построены карты аномалий магнитного поля ΔT_a . Интерпретация карт позволяет выделить: систему субширотных тектонических нарушений; области распространения интенсивно аргиллизированных горных пород; участки, перспективные для поиска сухого пара или перегретых гидротерм.

Введение

В 1958-1964 гг. на юге Камчатки было разведано Паужетское геотермальное месторождение, с которого и началось развитие геотермальной энергетики на полуострове. В 1966 г введена в эксплуатацию первая в СССР и России Паужетская опытно-промышленная геотермальная станция. В настоящее время наблюдается снижение параметров (температуры, объем вырабатываемого сухого пара) эксплуатационных участков Паужетского месторождения. Последнее, помимо возможных технических причин, связано с недостаточной геологической изученностью месторождения. В частности, требуется существенная корректировка геолого-гидрогеологической модели, сформулированной В.В. Аверьевым с коллегами [7], на которой до настоящего времени основана эксплуатация месторождения. Очевидна необходимость проведения дополнительных комплексных геолого-геофизических работ, в том числе и магнитометрии.

В 18 км юго-западнее от Паужетского месторождения, на склоне действующего вулкана Кошелева, расположено Нижне-Кошелёвское геотермальное месторождение. В период разведки в 1970-80-ые годы было проведено бурение скважин, в районе Нижне-Кошелёвской термоаномалии оконтурена зона перегретого (сухого) пара, распространяющаяся на глубину более 1.5 км. Установлено пародоминирующее геотермальное месторождение электрической мощностью ≥ 90 МВт [3]. Но остается нерешенными ряд вопросов: о границах месторождения, об источнике и переносе тепла, о физической природе геологических структур. Это послужило основанием для проведения дополнительных геофизических исследований на площади месторождения, в том числе магнитометрической съёмки.

Нижне-Кошелёвское месторождение

На объекте исследования магнитная съёмка выполнялась в два этапа. На первом в 2010-2011 г.г. магнитометрические исследования проводились в центральной части месторождения магнитометрами ММП-203 [5]. На втором этапе в марте 2015 г. площадная магнитометрическая съёмка выполнялась по нерегулярной сети с использованием современных магнитометров на эффекте Оверхаузера GSM-19W v7.0, что повысило точность съёмки и производительность работ. Аппаратура и методика исследований на Нижне-Кошелёвском месторождении аналогична работам на Паужетском месторождении [4]. Было выполнено 15500 рядовых замеров магнитного поля на территории 13 км², среднеквадратическая погрешность съёмки составила ± 19 нТл. По материалам магнитной съёмки построена карта аномалий магнитного поля ΔT_a (рис. 1).

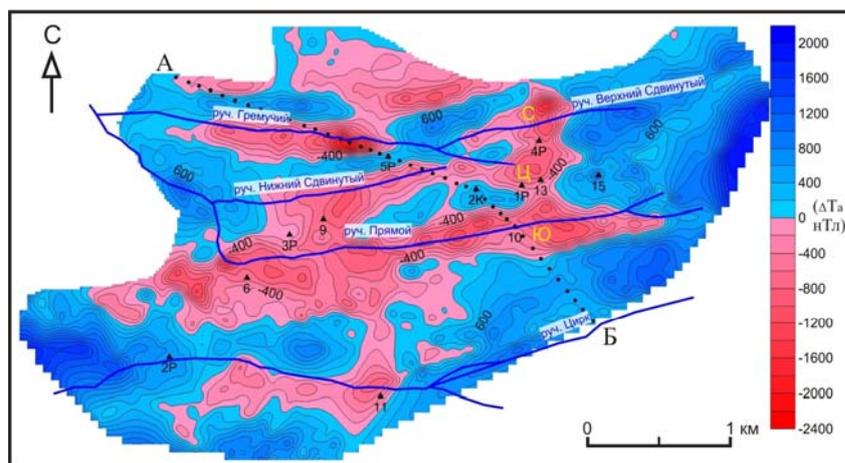


Рис.1 Карта аномалий магнитного поля ΔT_a в районе Нижне-Кошелевского геотермального месторождения

Основным объектом, выделяемым по карте ΔT_a , являются области и зоны измененных пород, которые непосредственно отображают современную и древнюю гидротермальную деятельность. Как известно, гидротермально измененные породы отличаются практически нулевой магнитной восприимчивостью. На этом основании с измененными породами связываются отрицательные аномалии ΔT_a - как линейные, так и площадные. Области с положительными значениями ΔT_a приурочены к неизменным и слабо гидротермально измененным высокомагнитным породам Кошелевского вулканического массива. На исследуемой площади выделены вытянутые в широтном направлении отрицательные аномалии ΔT_a : Северная (С), Центральная (Ц) и Южная (Ю). Образование Южной аномалии связано с субширотной тектонической зоной, которая трассируется долиной руч. Прямого [5]. Сопряженная с этой зоной отрицательная магнитная аномалия интерпретируется выщелачиванием из пород ферромагнитных минералов в процессе палеогидротермальной деятельности: здесь по данным бурения установлены пропилиты и вторичные кварциты в широком интервале глубин [6]. Центральная аномалия распространяется в области разгрузки современных парогидротерм, где происходит активная аргиллизация пород и окисление магнитных фракций. Продолжение этой аномалии в западном направлении связано с тектоническим нарушением (руч. Нижний Сдвинутый). Северная область отрицательных значений ΔT_a пространственно тяготеет к зоне разрывного тектонического нарушения (руч. Верхний Сдвинутый) и, возможно, связана с геотермальной структурой на глубине [5]. Эта область может быть перспективной для поиска сухого пара или перегретых гидротерм. Крупная отрицательная аномалия в районе скв. 5Р (руч. Гремучий) приурочена к участку интенсивно аргиллизированных пород.

Для прослеживания характера изменения магнитного поля построен график распределения значений ΔT_a по профилю А-Б, увязанный с геолого-гидрологическим разрезом. На графике подтверждается, что все максимумы крупных отрицательных аномалий связаны с разрывными тектоническими нарушениями и областями интенсивной аргиллизации пород. Методом касательных и характерных точек [2] была рассчитана глубина верхней кромки объекта, создавшего отрицательную магнитную аномалию (руч. Гремучий): она находится в интервале 100-150 м, а в районе отрицательной аномалии вдоль руч. Прямого - в интервале 150-200 м. На этих глубинах проходит верхняя граница распространения водоносного комплекса крупной нижнечетвертичной субвулканической интрузии двупироксеновых и пироксен-рогообманковых андезитов-дацитов, диоритовых порфиритов и диоритов [3].

Паужетское месторождение

Современная площадная магнитная съемка на Паужетском месторождении выполнялась на площади 11 км² в марте 2014 года [4]. Контрольные измерения выполнены в объеме 9 % от общего количества точек – 10784, среднеквадратическая погрешность съемки составила ±18 нТл.

На основании полученных материалов была построена площадная карта распределения аномального магнитного поля ΔT_a для основной части Паужетского месторождения (рис. 2). В сравнении с картой аномалий магнитного поля ΔT_a для Нижне-Кошелевского месторождения, на Паужетском геотермальном месторождении мы видим другую картину распределения магнитного поля. На фоне положительных значений выделяются две крупные области отрицательного магнитного поля. Спокойное слабо отрицательное магнитное поле в СЗ области, большое количество мелких, локальных изометричной формы аномалий в ЮВ части.

СЗ область включает в себя обширное поле налевой террасе р. Паужетка, а также все известные разгрузки гидротерм на дневной поверхности. К ним относятся Южно-Паужетское, Нижне-Паужетское и Верхне-Паужетское (участок 1 на рис. 2) термальные поля. В целом, эта область относится к зоне латерального растека гидротермальных растворов Паужетской гидротермальной системы, чем, видимо, и объясняется слабо дифференцированное отрицательное магнитное поле.

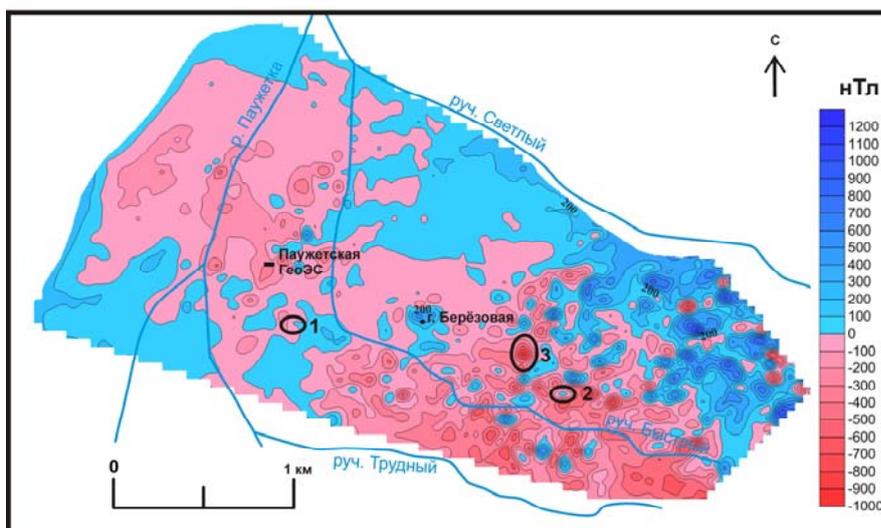


Рис. 2 Карта аномального магнитного поля ΔT_a для Паужетского геотермального месторождения. Районы термальных полей: 1- Верхне-Паужетское, 2 - Восточно-Паужетское; 3- отрицательная аномалия предположительно интерпретируется как область скрытой разгрузки гидротерм, прилегающая к магматическому телу среднего состава.

ЮВ область отличается от СЗ области отрицательных значений ΔT_a наличием большого числа локальных отрицательных аномалий ΔT_a , к одной из которых приурочено Восточно-Паужетское термальное поле (участок 2 на рис. 2). Однако в центральной части поля выделяется положительная магнитная аномалия со значениями ΔT_a до +505 нТл. Этот результат подтверждает данные микромагнитной съемки, проведенной ранее в летний полевой период (август 2013 г.). Мы полагаем, что положительная магнитная аномалия в центре термального поля может свидетельствовать в пользу внедрения субвертикального интрузивного тела основного-среднего состава, кровля которого приближена к дневной поверхности и с которым собственно связано образование тектоно-магматического поднятия Восточно-Паужетского термального поля [8].

Обширная область отрицательных значений ΔT_a вокруг этой положительной аномалии ΔT_a может указывать на наличие скрытой разгрузки гидротермальных растворов в геологической структуре размером в плане 700 x 800 м. Крупная относительно изометричная аномалия положительных значений ΔT_a выделяется в районе горы Березовая, которая ранее по косвенным данным описывалась как экструзия дацитового состава [1]. Наши данные подтверждают наличие здесь крупного, по-видимому, экструзивно-субвулканического тела, но имеющего основной или средний состав.

По результатам зимних магнитометрических исследований выделена крупная отрицательная магнитная аномалия (участок 3 на рис. 2). В последующий летний полевой сезон (август 2014 г.) ее границы были локализованы, выделены два центра со значениями ΔT_a до -2000 нТл. Этот участок может быть перспективным для поиска перегретого пара или гидротерм. В целом, вся ЮВ область представляет повышенный интерес на предмет выделения здесь локальных геологических структур (тектонических или тектоно-магматических блоков), которые могут контролировать потоки геотермального теплоносителя.

Таким образом, по результатам магнитометрических исследований получены следующие данные. На площади Нижне-Кошелёвского геотермального месторождения выделены: 1) группа связанных между собой субширотных тектонических нарушений; 2) области распространения интенсивно аргиллизированных пород; 3) участки, перспективные для поиска сухого пара или перегретых гидротерм. На площади Паужетского геотермального месторождения прослеживается: 1) слабо дифференцированное отрицательное магнитное поле в зоне латерального растека гидротерм; 2) локальные положительные магнитные аномалии на общем фоне отрицательных значений, которые интерпретируются нами как близповерхностные субинтрузивные тела основного-среднего состава. Такие тела были вскрыты некоторыми скважинами (R-102, R-111, R-123,) в структуре Паужетского геотермального месторождения (архивные данные).

Авторы выражают благодарность А.В. Сокоренко за содействие в выполнении исследований. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-05-00007) и Дальневосточного отделения РАН (проект 15-И-2-065).

Список литературы

1. Белоусов В.И. Геология геотермальных полей в современных вулканических областях. М.: Наука, 1978. 178 с.
2. Гершанок Л.А. Магниторазведка. Перм. ун-т. – Пермь, 2006. 364 с.
3. Писарева М.В. Зона природного пара Нижнекошелёвского геотермального месторождения // Вулканология и сейсмология. 1987. № 2. С. 52-63.
4. Нурдаев И.А., Феофилактов С.О. Зимние магнитометрические исследования на Паужетском геотермальном месторождении: методика, краткие результаты // Материалы XII региональной молодёжной научной конференции «Исследования в области наук о Земле». Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2014. С. 75-84.
5. Нурдаев И.А., Феофилактов С.О. Современное состояние изученности строения центральной части Нижне-Кошелёвского геотермального месторождения (Южная Камчатка) и результаты магнитной съемки // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013. № 2. Выпуск № 22. С. 231-241.
6. Поздеев А.И., Нажалова И.Н. Геология, гидродинамика и нефтегазоносность Кошелёвского месторождения парогидротерм // Вулканология и сейсмология. 2008. № 3. С. 32-45.
7. Паужетские горячие воды на Камчатке. М.: Наука, 1965. 208 с.
8. 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 сейсмология. 2017 (в печати).