

Реконструкция строения толщи гидротермальных глин и кровли коренных пород Южно-Камбального Центрального термального поля на основании бурения скважин и вертикального электрического зондирования

Рычагов С.Н.¹, Кравченко О.В.¹, Феофилактов С.О.¹, Чернов М.С.², Ермолинский А.Б.²

Reconstruction of the structure of hydrothermal clays and rocks roofing of the Southern Kamalnyi Central Thermal Field on the basis of well-drilling and vertical electric sounding

Rychagov S.N., Kravchenko O.V., Feofilaktov S.O., Chernov M.S., Ermolinskyi A.B.

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;
e-mail: rychnsn@kscnet.ru*

² *Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва;
e-mail: chernov@geol.msu.ru*

На основании сопоставления данных изучения толщи гидротермальных глин и подстилающих ее коренных пород с помощью бурения скважин с результатами детального вертикального электрического зондирования выделены основные структурные элементы аргиллизитов горячего участка Южно-Камбального Центрального термального поля.

Введение

Гидротермальные глины и аргиллизированные породы широко распространены в областях современного вулканизма и играют большую роль в геотермальных процессах [1-3]. В последние годы показано, что минералообразование в толще гидротермальных глин может служить индикатором взаимодействия глубинного металлоносного флюида с зоной разгрузки парогидротерм [5]. Этот фундаментальный научный результат определяет всесторонний интерес авторского коллектива к Южно-Камбальному Центральному термальному полю (ЮКЦ), которое характеризуется разгрузкой восходящих щелочных термальных вод и образованием минерализации сложного состава [4]. Одним из вопросов, имеющих ключевое значение для понимания условий формирования и эволюции ЮКЦ, является реконструкция строения толщи гидротермальных глин и ее основания.

Строение толщи гидротермальных глин ЮКЦ по данным бурения скважин

Термальное поле, в основном, сложено склоновыми образованиями, полностью переработанными гидротермально-метасоматическими процессами в гидротермальные глины. Рельеф термального поля имеет бугристую поверхность. Относительно ровной поверхностью выделяется долина руч. Кратерный, вдоль которого происходит основная разгрузка термальных вод в виде пульсирующих газо-водных источников. Бугры центральной части поля интенсивно пропарены, температура на глубине ≥ 0.8 м может достигать 105-107 °С. Основанием толщи гидротермальных глин служит кровля коренных пород (андезибазальтов), слагающих предположительно эродированный кратер моногенного андезитового вулкана. На ЮКЦ пройдено 8 скважин колонкового бурения (рис. 1) с полным отбором керна. Четыре скважины вскрыли коренные породы (1/20 – предположительно), остальные не достигли основания толщи вследствие критических условий бурения (высоких температур и большого давления пара на забое), либо повышенной мощности толщи глин, превышающей технические возможности буровой установки КМБ2-10 (ОАО «СКБ Геотехника», Россия).

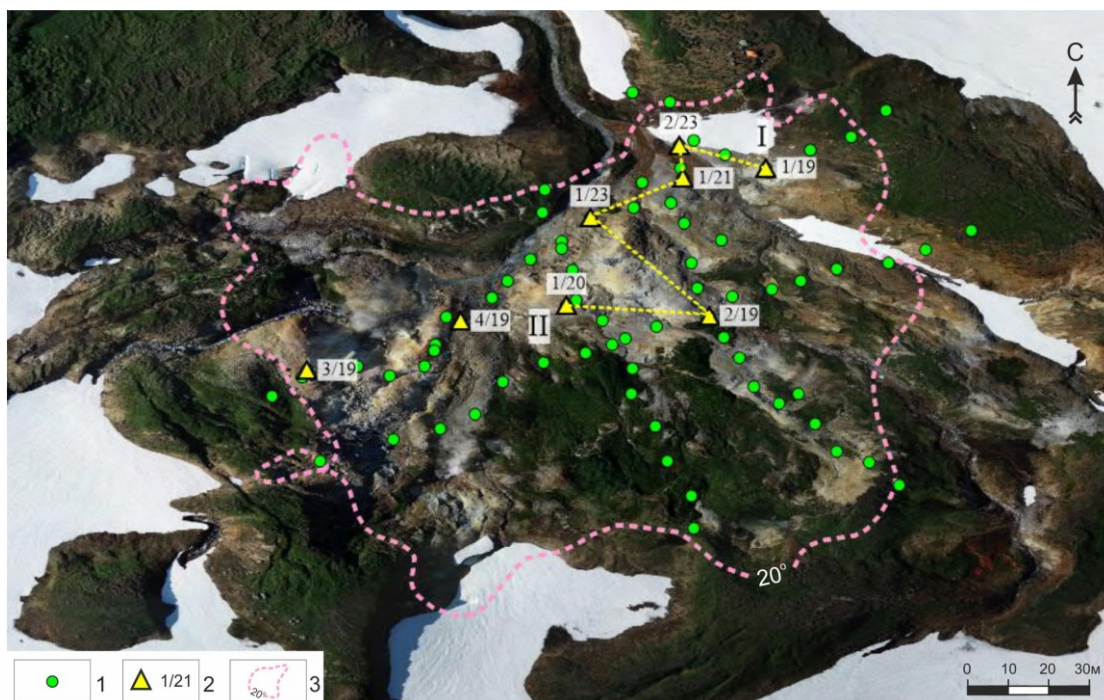


Рис. 1. Ортофотоплан ЮКЦ: 1 – точки вертикального электрического зондирования; 2 – номера и расположение скважин; 3 – граница термального поля по 20-градусной изотерме. Римскими цифрами обозначен геологический разрез по скважинам (см. ниже рис. 2).

Толща гидротермальных глин, в целом, имеет зональное строение (рис. 2). Описание выделенных горизонтов дано в подписи к рис. 2. Бугры на термальном поле характеризуются полным набором последовательно выделяемых слоев (скважины 1/20, 2/19). В колонках скважин, пробуренных вдоль руч. Кратерный (1/23, 1/21) и у основания крупного бугра, вытянутого вдоль ручья и его правого притока (возможно – приподнятого тектонического блока), скважины 2/23 и 1/19, некоторые слои отсутствуют, а мощность других резко возрастает. Кровля интенсивно аргиллизированных коренных пород находится на разной глубине: выделяются ступени (провалы, промоины?), которые имеют эндогенную (тектоническую) или экзогенную (эрозионную) природу. Верхний уровень проявления карбонатизации отложений также интенсивно варьирует по глубине, что, вероятно, зависит от степени проницаемости коренных пород и толщи гидротермальных глин для восходящих щелочных термальных вод и, следовательно, во многом определяется тектонической структурой термального поля. С целью решения обозначенных вопросов и реконструкции строения аргиллизитов не только горячего участка, но и всего термального поля выполнены детальные вертикальные электрические зондирования.

Вертикальные электрические зондирования на площади ЮКЦ выполнены симметричной четырехэлектродной расстановкой Шлюмберже. Техническое оснащение состояло из измерителя МЭРИ-24 (ООО «Северо-Запад», Россия), электроразведочного генератора АСТРА-100 (ООО «Северо-Запад», Россия), комплекта латунных и стальных электродов с проводами и катушками. Параметры расстановки включали измерения на разносах от 0.8 до 300 м с коэффициентом 1.4, использовались три приемные линии длиной 0.25, 1 и 10 м.

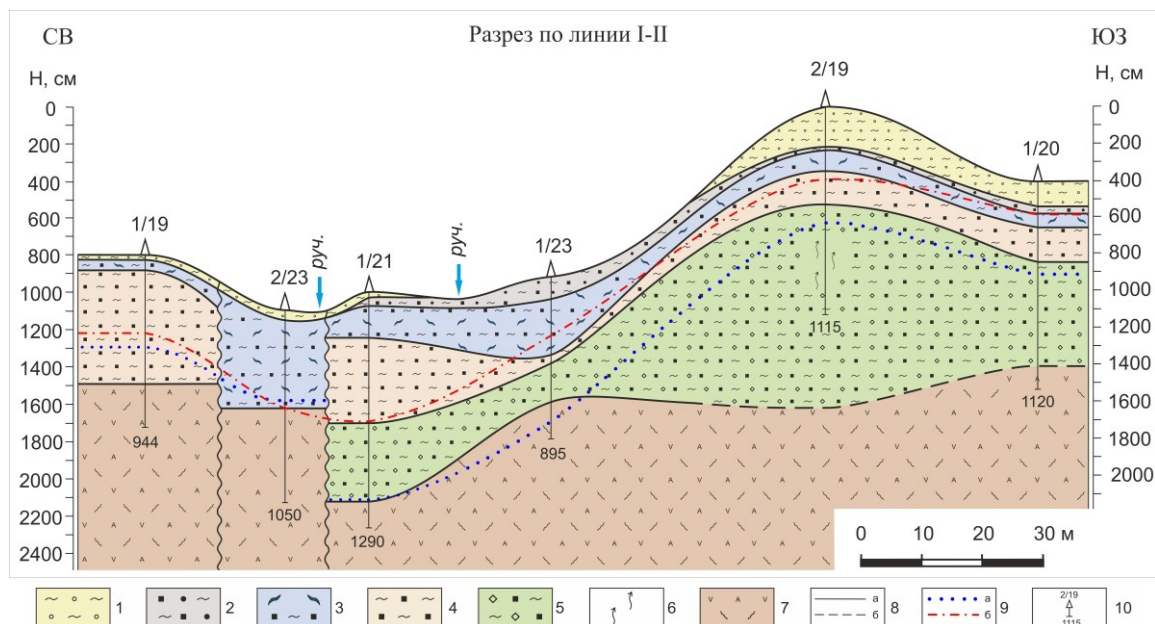


Рис. 2. Геологический разрез ЮКЦ по данным бурения скважин: 1 – охристые глины зоны сернокислотного выщелачивания; 2 – черно-серая супесь пиритизированная; 3 – глины пластичные голубовато-серого цвета; 4 – глины темно-серые сухие пиритизированные; 5 – глины светло-серые сухие с обломками аргиллизированных коренных пород и фрагментами опалитов; 6 – область разуплотненных глин, насыщенная паро-газовой смесью (скрытый газоводный котел?); 7 – аргиллизированные и карбонатизированные коренные горные породы (андезибазальты), подстилающие толщу гидротермальных глин; 8 – границы: а – литологическая установленная, б – то же, предполагаемая; 9 – верхний уровень распространения карбонатизации отложений (а) и изотерма 75 °С (б); 10 – скважины (вверху – номер, внизу – глубина забоя в см). Вертикальными извилистыми линиями обозначен фрагмент разреза, требующий дополнительных исследований.

Зондирования выполнены в 80 точках по четырем профилям с привязкой к структурным скважинам (см. рис. 1), на которых проводились параметрические измерения в двух направлениях (северо-западном и северо-восточном) для оценки степени анизотропии разреза. Расстояние между зондированиями по профилю составили 10 м на высокотемпературном участке и 20 м – за его пределами. Полученные кривые зондирований обрабатывались в специализированном программном пакете IPI2win (ООО «Геотех», Москва). Геоэлектрический разрез относится к типу НК и представлен следующим слоями, сверху вниз (рис. 3):

1 – приповерхностный горизонт пород с повышенными значениями удельного электрического сопротивления (у.э.с.) 30-100 Ом·м мощностью 20-80 см, соответствующий водонасыщенным глинам зоны сернокислотного выщелачивания;

2 – горизонт пород с у.э.с. 1.3-5 Ом·м мощностью от 0.7 до 6 м, включает слои глин с относительно высоким водонасыщением (пластичных, пиритизированных);

3 – горизонт с у.э.с. 2-2.5 Ом·м соответствует относительно сухим глинам с большим количеством аргиллизированных обломков андезибазальтов и опалитов, его мощность меняется от 2-5 до 10 м;

4 – горизонт с минимальными значениями и узким интервалом у.э.с. (0.9-1.2 Ом·м) соответствует коренным породам: интенсивно аргиллизированным, карбонатизированным и водонасыщенным андезибазальтам; горизонт имеет большую мощность (от 10 до 25 м) и, по-видимому, служит проводником для щелочных гидротерм;

5 – основание разреза со значениями у.э.с. 2-5 Ом·м, соответствующее, вероятно, менее пористым и (или) менее измененным горным породам.

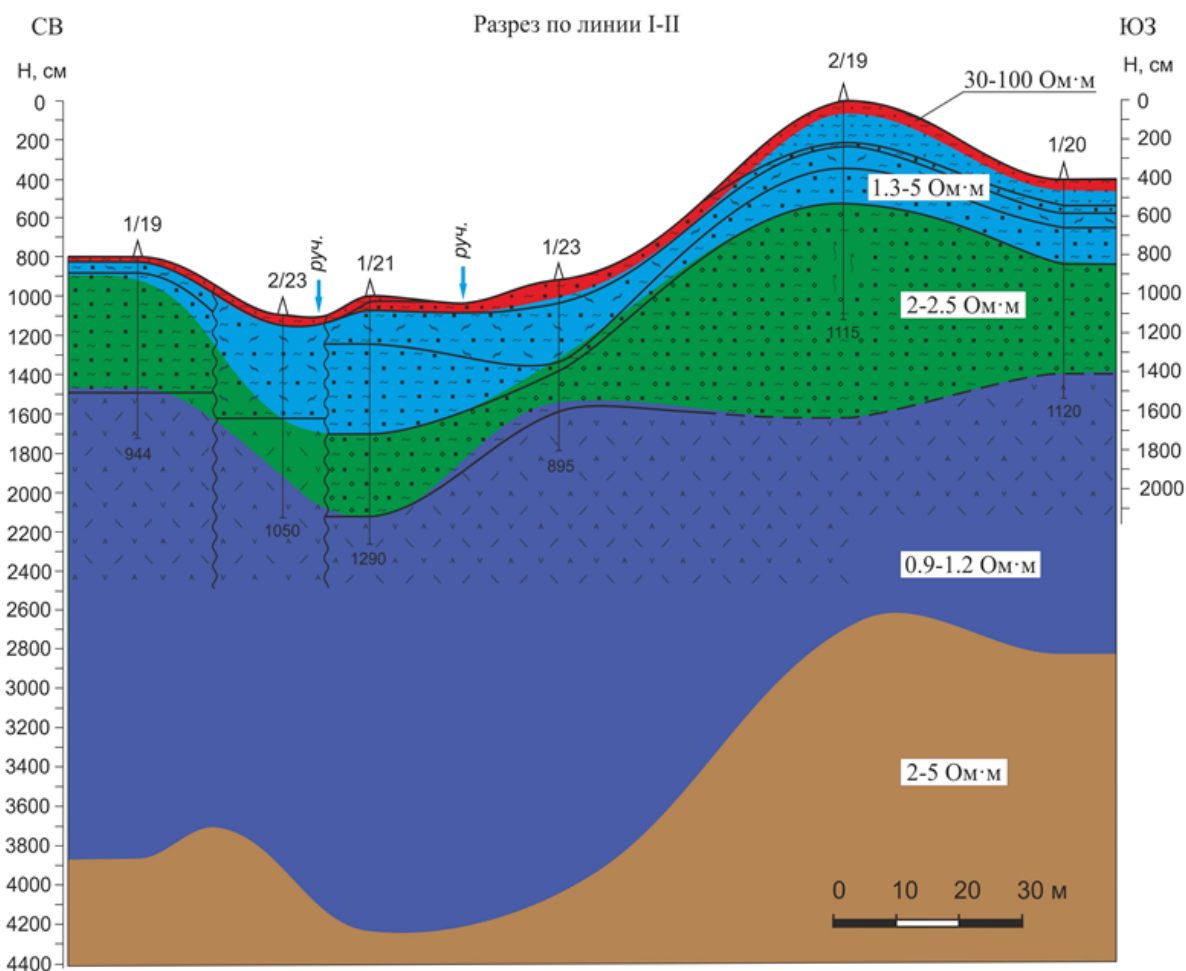


Рис. 3. Геоэлектрический разрез ЮКЦ: на литологическую основу наложены горизонты с различным у.э.с. (цифры в белых прямоугольниках).

Заклучение

Изучено строение толщи гидротермальных глин и пород ее основания горячего участка Южно-Камбального Центрального термального поля. Границы основных литологических и метасоматических горизонтов, выделенные на основании бурения скважин, с высокой точностью подтверждены вертикальным электрическим зондированием. Такая согласованность результатов позволит построить объемную модель структуры аргиллизированных и карбонатизированных пород термального поля в целом.

Список литературы

1. Коржинский Д.С. Теория метасоматической зональности. М.: Наука, 1982. 104 с.
2. Коробов А.Д. Гидротермальный литогенез в областях наземного вулканизма. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2019. 120 с.
3. Набоко С.И. Металлоносность современных гидротерм в областях тектоно-магматической активности. М.: Наука, 1980. 198 с.
4. Рычагов С.Н., Сандмирова Е.И., Чернов М.С. и др. Состав, строение и происхождение карбонатных конкреций Южно-Камбального Центрального термального поля (Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2021. № 4. С. 45-60. DOI: 10.31857/S0203030621040052
5. Рычагов С.Н., Соколов В.Н., Чернов М.С. Гидротермальные глины геотермальных полей Южной Камчатки: новый подход и результаты исследований // Геохимия. 2012. № 4. С. 378-392.