

Особенности глинистых образований Нижне-Кошелёвского Нового термального поля

Чернов М.С.¹, Крупская В.В.^{2,1}, Рычагов С.Н.³

Features of clay formations of the Nizhne-Koshelevsky New thermal field

Chernov M.S., Krupskaya V.V., Rychagov S.N.

¹ Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва;

e-mail: chernovms@ty.msu.ru

² Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва

³ Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

Рассмотрены вопросы происхождения Нижне-Кошелёвского Нового термального поля. Дано описание особенностей строения приповерхностных дисперсных образований, а также изменение их состава и строения в период с 2010 по 2024 гг.

Введение

Нижне-Кошелёвское Новое термальное поле (НКН) расположено на западном склоне Кошелёвского вулканического массива – крупнейшего на юге Камчатки сложного вулканического сооружения [1]. Оно было обнаружено в 2008 г. вследствие сгорания растительности (травы и ольхового стланика) на площади 200×200 м и повышения температуры грунтов в центре поля до 100 °С на глубине 30–40 см. Участок, на котором возникло НКН, расположен на водоразделе между ручьями Гремучий и Прямой (рисунок) в непосредственной близости (300–400 м на ЮЗ) от более известного Нижне-Кошелёвского термального поля (термоаномалии) (НК) [2].

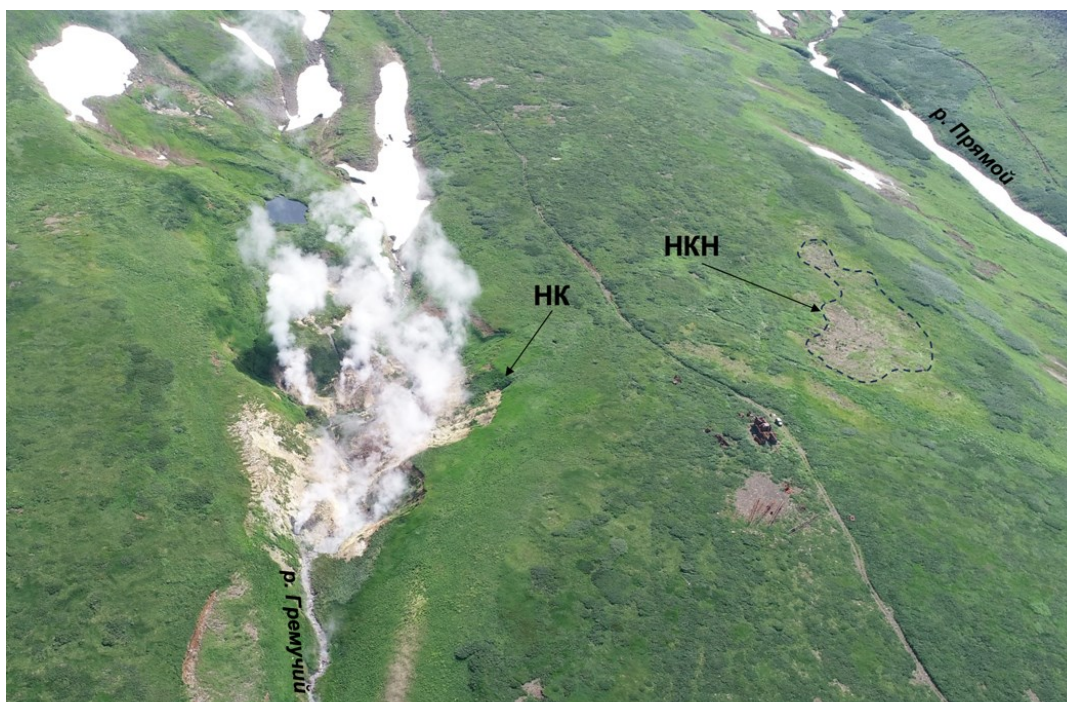


Рисунок. Перспективный аэрофотоснимок района Нижне-Кошелёвской термоаномалии (НК) и Нижне-Кошелёвского Нового термального поля (НКН).

В районе НК в 70-80-х гг. XX века было выделено одноименное пародоминирующее геотермальное месторождение. В последние десятилетия в данном районе проводились комплексные геолого-геофизические исследования и были получены принципиально новые данные о строении Нижне-Кошелёвского пародоминирующего геотермального месторождения [3]. Показано, что источник тепла месторождения, вероятно, имеет магматическую природу и расположен в нижних

горизонтах земной коры, что подтверждают региональные геофизические данные и материалы изотопно-геохимических исследований. Непосредственно под НК была выделена зона гипергенеза гидротермальной системы: изометричная в плане и распространяющаяся на глубину 250-300 м в форме неправильной чаши область разуплотненных интенсивно аргиллизированных пород, насыщенных парогазовой смесью. Зона гипергенеза значительно шире, чем размеры НК на дневной поверхности. Зона связана с источником тепла субвертикальным каналом, объединяющимся с еще более ярко выраженной зоной повышенной проницаемости для парогазового флюида мощностью до 300-350 м. Последняя погружается на глубину >5 км. В приповерхностных горизонтах гидротермальной системы выделяются отдельные субвертикальные каналы повышенной проницаемости пород. Один из таких субвертикальных каналов трассируется на глубину под площадью, на которой образовалось НКН. Таким образом, было показано, что в зоне гипергенеза геотермального месторождения, помимо явных, существуют и скрытые разгрузки теплоносителя [3].

Внезапный прогрев площади, сопоставимой с размерами обычного термального поля, представляет огромный интерес с точки зрения изучения скорости протекания геотермальных процессов и интенсивности изменения горных пород, картирования термоподводящих каналов и источников тепла, решения других фундаментальных научных вопросов геотермии [2].

В 2009-2013 гг. в районе НКН проводились работы по площадной температурной съемке. Наиболее прогретые участки (до 100 °С на глубине 30-40 см) наблюдались в центральной части поля. За период наблюдений происходило снижение температуры на всей площади НКН и уменьшалась площадь прогретого участка (по 20-ти градусной изотерме). Таким образом, после внезапного и интенсивного прогрева (в течение 1-2 лет) происходило последовательное, в течение 5 лет, остывание грунтов (до 40 °С в центре поля) и уменьшение размеров поля. При этом конфигурация и расположение наиболее прогретых участков оставались практически неизменными [2].

Методика полевых исследований

Для изучения строения приповерхностных образований и их изменений под воздействием геотермального флюида в центральной части и на границе НКН проводилась проходка шурфов. В 2010, 2011, 2013 и 2024 гг. шурфы были пройдены в центральной, наиболее прогретой, части НКН, а в 2010, 2011 и 2013 гг. – на его границе. Шурфы были пройдены практически на всю мощность приповерхностных дисперсных отложений, на глубину от 180 до 210 см. Расстояние между шурфами в этих двух группах в разные годы составило не более 3-7 м. На всю вскрытую шурфами мощность проводилось послойное опробование разрезов, в среднем интервалами по 20 см. Отбор проб выполнялся методом бороздовой пробы (где это было возможно), были отобраны пробы дисперсных грунтов нарушенного сложения (супеси, суглинка, глины) для определения их химического и минерального состава, а также некоторых свойств.

Результаты исследований

Проходка шурфов на границе НКН показала, что верхняя часть разрезов представлена почвой с плотным дерном мощностью до 20 см, под которым обнаруживался «обгоревший» почвенный горизонт мощностью 35-45 см. Температура грунтов в шурфе 2010 г. от поверхности до глубины 120-130 см была около 20 °С и повышалась до 37 °С в основании толщи, вероятно вследствие поступления геотермального теплоносителя. В последующие годы температура грунтов в шурфах на границе поля была 15-17 °С. Под почвенным горизонтом вскрывались делювиальные отложения, представленные: валунами с глинистым заполнителем мощностью до 20 см,

ниже находятся слои супеси и суглинка с включениями щебня, гальки и валунов андезитов и андезибазальтов. В шурфах 2011 и 2013 гг. на глубине более 150 см были отмечены следы аргиллизации мелкого материала – изменение обломков исходных пород до глинистых. Такие изменения характерны для начальных стадий гидротермально-метасоматических процессов, приводящих к формированию гидротермальных глин.

В шурфах центральной части НКН верхний слой мощностью 30-40 см представлен суглинком с включениями окатанных обломков пород (гравия и гальки). При этом в шурфе 2010 г. на поверхности еще наблюдались остатки дерна и корни растений, но в последующие годы на данном участке вследствие активных эрозионных процессов произошло разрушение этого горизонта. Ниже (до глубины 100-140 см) вскрыт слой супеси с прослоями суглинков и глин, с включениями крупного песка, щебнем и отдельными валунами андезитов и андезибазальтов. В этом слое наблюдается большое количество аргиллизированного материала, было отмечено, что степень аргиллизации последовательно возрастала от 2010 г. к 2013 г. и сохранилась после этого к 2024 г. Если в 2011 г. на обломках этого слоя появлялись пленки и корочки, которые легко счищались ножом, то в 2013 г. такие обломки уже можно было разламывать руками, а в 2024 г. многие из них превратились в глинистые образования. Также отмечено, что если в 2011 г. прослой гидротермальных глин встречены в интервале 120-140 см, то в 2013 г. они были встречены по всей мощности слоя. Это показывает высокую скорость и интенсивность гидротермально-метасоматического изменения дисперсных отложений в центральной части НКН. Глубже, вплоть до забоя шурфов (180-202 см), вскрыт слой валунника с глинистым заполнителем. На поверхности большинства валунов отмечаются примазки и корочки глины более плотной, чем глинистый материал заполнителя между валунами. Отмечено увеличение толщины таких корочек на валунах в шурфах 2013 и 2024 гг.

Химический состав образцов из шурфов, пройденных на НКН в разные годы, изучался в Аналитическом центре ИВиС ДВО РАН с помощью комплекса аналитического оборудования. Химический состав образцов из шурфов на краю НКН, отобранных в разные годы, не показал каких-либо существенных изменений, а вариации содержания химических элементов по глубине можно отнести к неоднородностям изучаемого разреза.

В составе образцов из шурфов центральной части НКН в верхней части разреза (до глубины 100-120 см) с 2010 г. до 2024 г. отмечено увеличение содержания SiO_2 с 38-50 до 53-54 %, в нижней части разреза также отмечается некоторое увеличение – с 50-52 до 53-55 %. Содержание Al_2O_3 схоже в образцах, отобранных в разные годы, и слабо изменяется по глубине (19-22 %). Резкое уменьшение содержания Al_2O_3 до 12-15 % в приповерхностных образцах из шурфа 2010 г. вероятно относится к разрушенным эрозионными процессами почвенному и подпочвенному горизонтам. Содержание Ca, Mg, Na, K, Mn и Ti слабо изменяется как по глубине, так и в шурфах за разные годы. Содержание Fe_2O_3 показало резкое уменьшение в образцах верхней части разреза до 50-60 см в шурфах 2010 и 2024 гг., с 10-14 до 5-6 %. При этом в более глубоких слоях прослеживается также некоторое уменьшение содержания Fe_2O_3 на 2-3 % в шурфах 2010 и 2024 гг. Содержание FeO имеет тенденцию снижения с глубиной с 2.5 % в приповерхностной части до 0.3 % в основании разреза и слабо изменяется в шурфах за разные годы.

Минеральный состав образцов изучался на кафедре инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова с помощью рентгеновского дифрактометра Rigaku Ultima IV. В составе образцов из шурфов на краю НКН преобладающими являются глинистые минералы (35-52 %) и альбит (35-49 %), в меньших количествах присутствуют микроклин (5-11 %), кварц (1-4 %), кристобалит (1-2 %), кальцит (1-2 %) и в верхней части разреза пирит (до 1 %).

Глинистые минералы в основном представлены минералами типа 2:1 с крайне плохой степенью кристалличности (вероятнее всего это смектит, иллит и смешанослойные иллит-смектит), а также небольшим количеством каолинита (1-4 %). Отмечается, что содержание глинистых минералов имеет некоторое увеличение с глубиной и их содержание в образцах 2010 и 2011 гг. возрастает на 5-10 %. Содержание других минералов не имеет четкой закономерности изменения по глубине и слабо изменяется в разные годы опробования.

Фазовый минеральный состав образцов из шурфов в центральной части НКН 2010-2011 гг. схож с образцами из шурфов в краевой части поля, основные отличия проявляются в составе и содержании глинистых минералов (41-65 %), а также присутствии клиноптилолита (6 %) и гейландита (7 %) в одном образце шурфа 2011 г. с глубины 140-160 см. В составе глинистых минералов также преобладают минералы типа 2:1, но в верхней и нижней частях разреза они представлены смектитом, а в средней части разреза (60-120 см) плохо-окристаллизованным смектитом и минералами типа 2:1 с крайне плохой степенью кристалличности. Более существенные отличия в минеральном составе установлены в образцах из шурфа 2024 г. Во всех образцах преобладающим является глинистый минерал – смектит (46-76 %). В фазовом составе образцов отсутствуют кристобалит, кальцит, пирит, каолинит и глинистые минералы с плохой степенью кристалличности. Кварц в значимом содержании (4 %) обнаружен только в приповерхностном образце. В составе всех образцов появляется гематит (около 1 %) и практически по всему разрезу (в интервале 32-202 см) обнаружен клиноптилолит (2-5 %), содержание которого максимально в средней части разреза. Также примечательным является резкое увеличение содержания смектита (до 65-76 %) и уменьшение содержания плагиоклаза (12-22 %) и КППШ (7-8 %) в интервале 32-85 см, при этом в остальных образцах содержание этих минералов схоже с шурфами 2010-2011 гг.

Таким образом, собранные данные показывают, что НКН является термальным полем природного происхождения. Его образование связано с разгрузкой гидротермального парагазового флюида по субвертикальной зоне повышенной проницаемости пород от источника тепла, который питает расположенную рядом Нижне-Кошелевскую термоаномалию. Процесс аргиллизации развивается в районе НКН на протяжении всего периода детальных исследований с 2010 до 2024 гг. Наиболее интенсивно аргиллизация приповерхностных образований проходила в период интенсивного воздействия на них восходящего потока гидротермального парагазового флюида. Однако, и после остывания грунтов НКН процесс аргиллизации не завершился, а продолжился с меньшей интенсивностью.

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В. Ломоносова и ИВиС ДВО РАН. Лабораторные исследования проведены с применением оборудования, приобретенного в рамках реализации Программы развития Московского университета (рентгеновский дифрактометр Rigaku Ultima IV (Япония), РЭМ LEO 1450VP (Германия)).

Список литературы

1. Долгоживущий центр эндогенной активности Южной Камчатки. М.: Наука, 1980. 172 с.
2. Нурдаев А.А., Чернов М.С., Феофилактов С.О., Нурдаев И.А. Нижне-Кошелевское Новое термальное поле: история появления и развитие // Материалы XI региональной молодежной научной конференции «Исследования в области наук о Земле». 26 ноября 2013 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2013. С. 111-124.
3. Рычагов С.Н., Абкадыров И.Ф., Букатов Ю.Ю. и др. Геолого-геофизическая модель крупнейшего на Камчатке Нижне-Кошелевского пародоминирующего геотермального месторождения // Доклады Академии наук. 2018. Т. 482. № 2. С. 181-185.