

## Сравнение строения приповерхностных аргиллизитов современных термальных и палеотермальных полей

*Ермолинский А.Б., Чернов М.С.*

### Comparative study of the near-surface argillizites structure in active and paleothermal fields

*Ermolinskiy A.B., Chernov M.S.*

*МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, г. Москва;*

*e-mail:ermolinskiyab@my.msu.ru, chernovms@my.msu.ru*

Статья рассматривает строение и эволюцию аргиллизитов (гидротермальных глин) активных и палеотермальных полей Камчатки и Курильских островов. Строение гидротермальных глин рассматривается на трех масштабных уровнях. Выдвигается гипотеза о природе формирования цементационных контактов между структурными элементами.

Проявления процесса аргиллизации широко распространены в областях современного вулканизма, в частности на территории Камчатки и Курильских островов. Аргиллизиты являются во всех отношениях ярким маркером метасоматической деятельности. Они могут распространяться на довольно обширных площадях. Непосредственно на участках выхода термальных разгрузок аргиллизиты формируют толщи гидротермальных глин, нередко ситуации миграции участков разгрузок и их затухания, поскольку сами по себе гидротермальные системы являются высокодинамичными геологическими объектами. Под палеотермальными полями нами понимаются площадки некогда активных разгрузок гидротермальных систем, сложенные аргиллизитами и частично сохранившие морфологические особенности – прежде всего, связанные с рельефом.

В ходе исследования были проанализированы приповерхностные глинистые образования активного термального поля: Южно-Камбального Центрального (далее ЮКЦ) (рис. 1а) (Камбальный хребет п-ов Камчатка) и двух палеотермальных полей: хребта Карпинского (о. Парамушир) (рис. 1б); хребта Заварицкого (о. Онекотан) (рис. 1в).

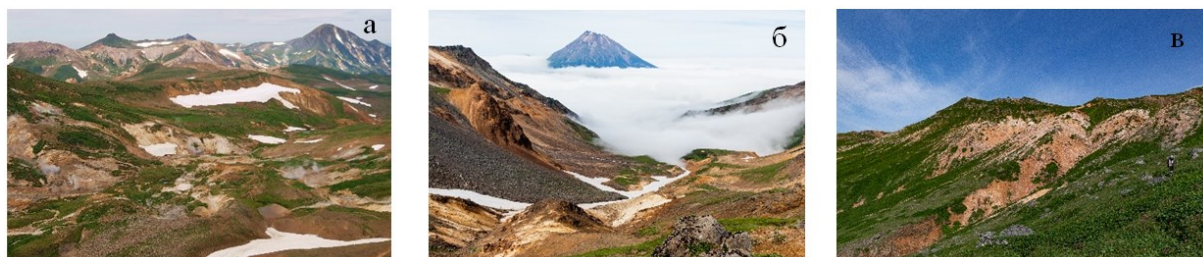


Рис. 1. Фото активного термального Южно-Камбального Центрального поля (а) и палеотермальных полей: хребта Карпинского (б) и хребта Заварицкого (в).

На территории данных полей были пройдены шурфы (рис. 2), вскрывающие первый от поверхности горизонт серно-кислотного выщелачивания [3], характерный для поверхностных зон, подверженных гидротермальному процессу. При сравнении пройденных шурфов наблюдается различие в мощности данного слоя на активном термальном и палеотермальных полях: в шурфе активного термального поля ЮКЦ (рис. 2а) наблюдается полностью вскрытый слой серно-кислотного выщелачивания мощностью порядка 0.7 м, причем в самом слое имеются переходные зоны, соответствующие нижележащему горизонту; шурфы, пройденные на палеотермальных полях, вскрывают слой серно-кислотного выщелачивания не на полную мощность, а лишь порядка 0.7-1 м. Условия образования слоя сернокислотного выщелачивания связаны с окислением паров  $H_2S$  до серной кислоты  $H_2SO_4$  за счет атмосферного

кислорода  $O_2$  [5], соответственно мощность данного слоя определяется условиями проницаемости и интенсивностью выноса сероводорода.

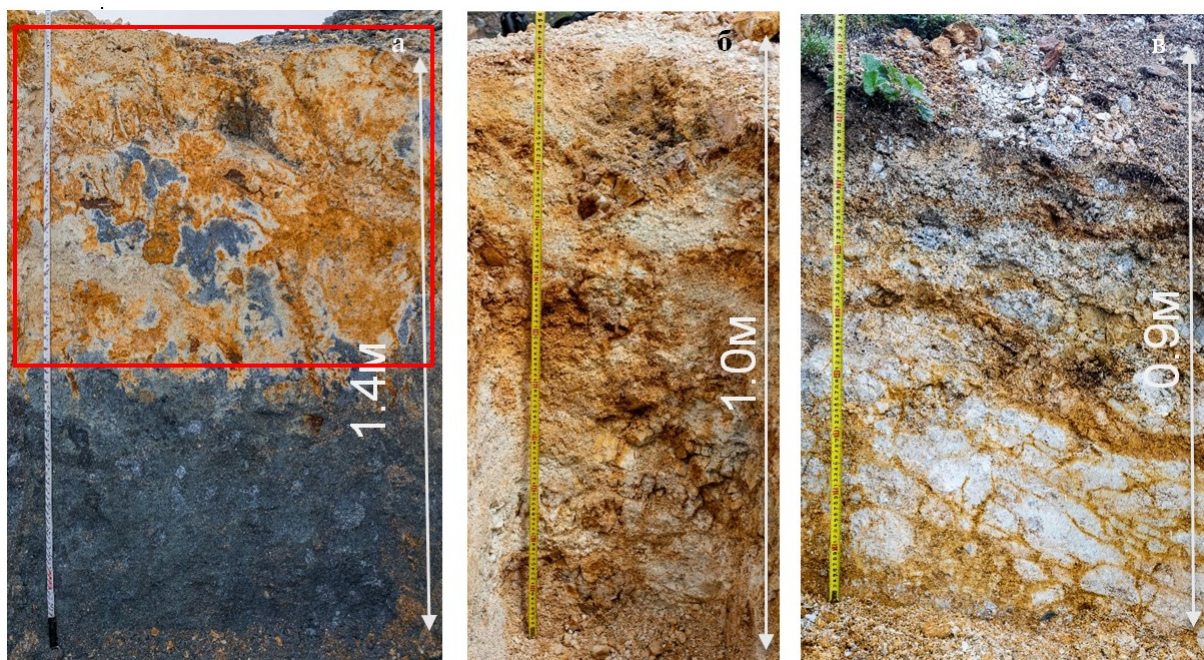


Рис. 2. Фотографии стенок шурфов, пройденных на активном термальном Южно-Камбальном Центральном поле (а) и палеотермальных полях: хребта Карпинского (б) и хребта Заварицкого (в).

Несмотря на внешнюю визуальную схожесть глинистых образований, отобранных из всех шурфов, они имеют принципиальное отличие – грунты палеотермальных полей представляют собой сцементированные интенсивно трещиноватые массы. Основной объем аргиллизитов в них представлен прочными отдельностями, которые не размокают в воде; лишь изредка встречаются зоны и гнезда с глинистым грунтом, обладающим пластичностью. Гидротермальные глины современных термальных полей, напротив, представлены глинами от тугопластичной до мягкопластичной (иногда до скрытотекучей) консистенции.

На макроуровне у всех исследованных грунтов имеется ряд сходств, для них характерно блочное строение с отдельностями различной формы, которые обусловлены густой сетью трещин, заполненных преимущественно лимонитовыми корками. Внутри отдельных блоков характерно псевдоморфное строение, унаследованное от первичных пород (предположительно среднего состава для всех исследованных грунтов); некоторые участки имеют практически однородное строение, лишенное псевдоморфоз, что, по-видимому, обусловлено более интенсивной гидротермальной проработкой.

Строение образцов аргиллизитов было исследовано методом компьютерной томографии (рис. 3) на приборе Yamato TDM-1000H-II. Все образцы имеют схожее строение, для них характерна однородность (при разрешении съемки в 50 мкм) – отсутствуют контрастные структурные элементы, ассоциированные с реликтовым строением, присутствует выраженная макропористость. В образцах, отобранных с палеотермальных полей, наблюдаются трещины, обусловленные особенностями пробоподготовки и свидетельствующие о преобладании контактов цементационного или кристаллизационного типа [4]. Также в строении исследованных образцов наблюдаются единичные плотные включения, вероятнее всего, сложенные пиритом и лимонитом, они наиболее распространены в образце аргиллизита с хребта Заварицкого (рис. 3в).

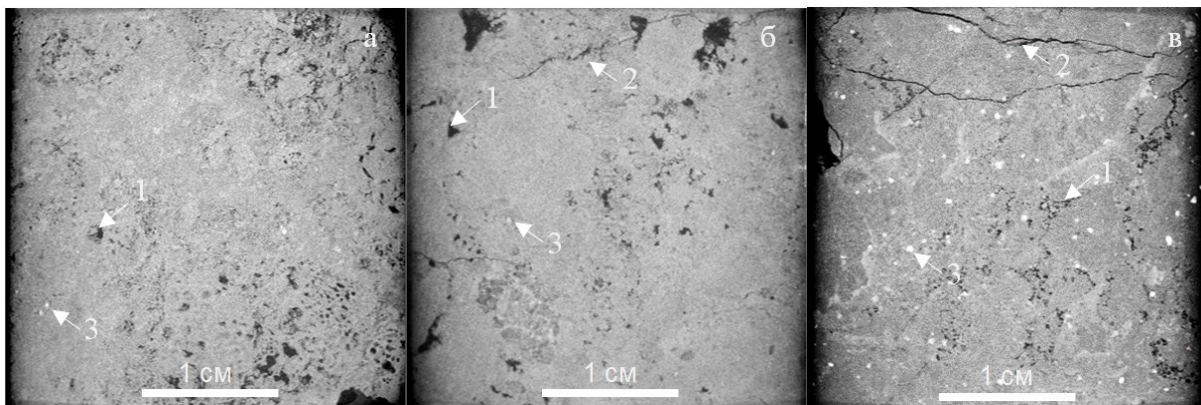


Рис. 3. Поперечные томографические срезы образцов грунтов гидротермальных глин активного термального Южно-Камбального Центрального поля (а) и палеотермальных полей: хребта Карпинского (б) и хребта Заварицкого (в). Обозначения: 1 – макропоры; 2 – трещины; 3 – плотные включения.

На рис. 4 приведены изображения, полученные при помощи растрового электронного микроскопа (РЭМ) LEO 1450VP, оснащенного энерго-дисперсионным микрозондовым спектрометром INCA Energy 300, аргиллизитов при одинаковых увеличениях в 2000 раз. Образец гидротермальной глины с активного термального поля ЮКЦ (рис. 4а) имеет характерное для каолинитов доменное микростроение с размерами микроагрегатов 5-10 мкм, которые ассоциированы в крупные микроагрегаты более высокого порядка 50-200 мкм. Между микроагрегатами распространены изометричные межмикроагрегатные поры, а также щелевидные поры-трещины между крупными микроагрегатами.

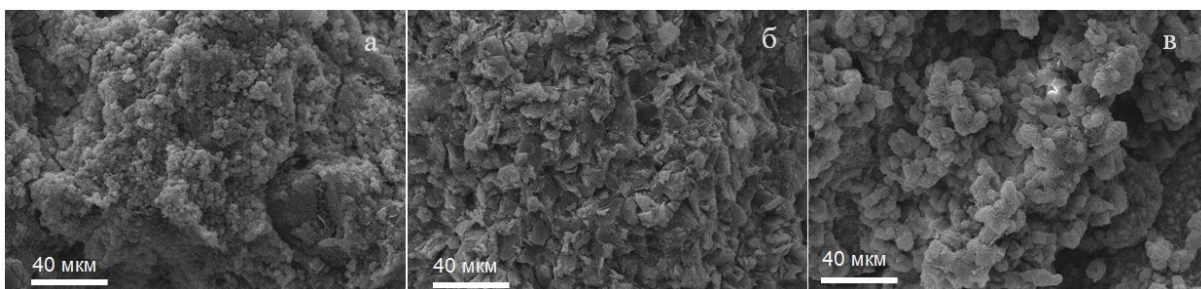


Рис. 4. РЭМ изображения гидротермальных глин активного термального Южно-Камбального Центрального поля (а) и палеотермальных полей: хребта Карпинского (б) и хребта Заварицкого (в).

Микростроение образцов палеотермальных полей с хребта Карпинского и хребта Заварицкого (рис. 4б, в) также характеризуется изометричными доменными микроагрегатами каолинита, однако для них характерны более крупные размеры (>10-20 мкм). Домены каолинита ассоциированы в плотные микроагрегаты более высокого порядка – значительная часть межмикроагрегатного пространства, по-видимому, скомпенсирована гелями кремнезема, окислов железа и зародышами кристаллов глинистых минералов, которые не обнаруживаются при соответствующих условиях съемки.

Исходя из вышеописанных особенностей строения, выдвигается предположение о цементации микроагрегатов в приповерхностных слоях гидротермальных глин после завершения активности гидротермальной системы на участках распространения этих грунтов. Формирование контактов цементационного или кристаллизационного типа может быть во многом обусловлено изменением растворимости кремнезема в поровом растворе в массиве за счет уменьшения температуры до фоновых значений [1]. При этом основное количество фазовых контактов может образовываться вследствие

созревания [2] кремнегеля, осажденного в период активного существования термального поля.

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В. Ломоносова и проведено с применением оборудования, приобретенного в рамках реализации Программы развития Московского университета (РЭМ LEO 1450VP (Германия), КТ Yamato TDM1000H-II).

#### **Список литературы**

1. *Белоусов В.И.* Геология гидротермальных полей в современных вулканических областях. Москва: Наука, 1978. 174 с.
2. *Большаков И.Е.* Изменение состава и свойств вулканогенных пород на термальных полях Центральной и Южной Камчатки. Москва: Перо, 2024. 250 с.
3. Гидротермальный процесс в областях тектоно-магматической активности. / Под ред. В.М. Сугробова, С.И. Набоко. Москва: Наука, 1977. 250 с.
4. *Осипов В.И., Соколов В.Н.* Глины и их свойства. Состав, строение и формирование свойств. Москва: ГЕОС, 2013. 578 с.
5. *Рычагов С.Н., Жатнуев Н.С., Коробов А.Д. и др.* Структура гидротермальной системы / Под ред. В.И. Белоусова, И.С. Ломоносова. Москва: Наука, 1993. 298 с.