

## **Changing the composition, structure and properties of andesite Koshelev volcano and tuffs geothermal field Pauzhetka in the surface zone of modern hydrothermal systems**

**Shanina V.V., Nuzhdaev A.A.**

Modern hydrothermal systems are confined to areas of volcanic activity. The study of hydrothermal systems in practical applications associated with the electricity and heat, is conducted in many countries. Hydrothermal system at depth together as a united front of the thermal power, forming a “geothermal areas”. In the south of Kamchatka is located Pauzhetsko-Kambalno-Koshelevo area, which is particularly active research in recent years it Southkamchatsko-Kuril expedition of the Institute of Volcanology and Seismology, headed by Prof. S.N. Rychagov. In 2005, 2007-2010, staff and students of the Engineering and Ecological Geology, Geological Faculty of Lomonosov Moscow State University as part of expeditionary force was a collection of volcanic rocks, in varying degrees of recycled of the thermal waters, which served as the basis for writing many term papers, bachelor's and master's works.

The purpose of this study - to identify patterns of changes in the composition, structure and properties of andesite of Koshelevo volcanic massif and tuffs of Pauzhetka geothermal field under the influence of thermal waters in real time, compare the transformation of rocks at different thermal fields and to see how fit obtained regularities in the trends identified by other researchers for these rocks in their transformations in the geological time.

Field experiments on the Lower-Koshelevo thermal field and Pauzhetskaya field were initiated in summer 2009, and in 2010 was an increase in the number of experimental points (boiling water and mud pots, sinks from the wells) and laid the first samples in the Upper-Koshelevo thermal field. The samples of rocks were characteristic of the thermal field, studied composition and properties, cut into cubes, placed in natural boilers and plums from the wells in a specially prepared wooden cups with holes drilled to ensure maximum contact of the solution with the experimental samples.

In the area of Lower-Koshelevo thermal fields studied unaltered volcanics, confined to the West-Koshelevo volcano composed almost horizontal lava flows of two-pyroxene andesites, andesite-basalt, andesite-dacite (Bliumkina, Cherebatov, 2011). The density of rocks 2,45-2,51 g/cm<sup>3</sup>, the density of the solid component (mineral density) 2,68-2,76 g/cm<sup>3</sup>. Under the action of water neutral bicarbonate composition (pH 6-8, T = 95 ° C) andesite gradually transformed into montmorillonite clay (Luchko et al, 2009). It all begins with reducing the density of rocks to 2.05 g/cm<sup>3</sup>, with a slight decrease in the density of solid particles (up to 2.65 g/cm<sup>3</sup>), increases the porosity of up to 23% and hygroscopic moisture of up to 1%.

The main process in the Upper-Koshelevo field is a sulfuric acid leaching, which occurs under the action of acid sulfate waters and leads to the formation of light, porous opalite (Luchko et al, 2009). The magnetic susceptibility decreases by three orders of magnitude because of the destruction of ore and mafic minerals containing iron in its composition and with ferromagnetic and paramagnetic properties (Frolova et al, 2010).

Differences in the transformation of rocks Koshelev volcano, originally having andesitic composition, primarily attributed to the predominance of hydrogen sulphide or methane in the gas composition of the thermal fields (Zuhubaya, Lucko, 2009).

Unaltered tuffs of verhnepauzhetskoy subsuite of the size of the fragments are divided into pefitic, psammitic, pelitic (Zharenova, Sulimova, 2006; Sulimova, 2006). On the geothermal field under the hot water primary minerals are destroyed and replaced by secondary, which noticeably affects the properties of tuffs. Depending on the composition and temperature of thermal waters marked silicification, chloritization and calciteization (with epidote, prehnite) zeolitization rocks (Zharenova, 2006; Zharenova, Sulimova, 2006).

The first conclusions of the experiments. Tuffs: increasing the density of rocks, hydroscopic moisture 2-4 times, while reducing the density of the solid component, porosity, water saturation, velocity of longitudinal waves does not change, significantly increases the magnetic susceptibility,

changing the properties of tuffs in good agreement with the increasing content of clay minerals, which replace the primary and heal the pores, and silica minerals (primarily on the open surface of the samples). Andesites: for three weeks significantly increases magnetic susceptibility (redistribution of Fe and modified minerals with ferromagnetic properties) and decreases the open porosity; year trends in the properties of similar of tuffs besides increasing porosity (the formation of secondary porosity due to leaching and removal of the primary components) and reduction of the magnetic susceptibility (the destruction of ore and mafic minerals).

#### **Literature**

1. Bliumkina M.E., Cherebatov D.A. Petrophysical properties of andesite West-Koshelev volcano (Southern Kamchatka). Proceedings of the International Youth Science Forum "Lomonosov-2011". [Electronic resource] - M.: MAKS Press, 2011.

2. Zharenova M. Yu. Effect of hydrothermal transformations on the properties of tuffs Pauzhetka hydrothermal deposits (Southern Kamchatka) // Materials of scientific-practical conference of young specialists. M. 2006. Pp. 145-148.

3. Zharenova M. Yu., Sulimova A. Yu. Effect of hydrothermal processing on the properties of the tuffs (Pauzhetka geothermal field, Southern Kamchatka) // Proceedings of the XIII International Conference of Students and Young Scientists "Lomonosov-2006". M.: Moscow State Univ. Pp. 60-61.

4. Zuhubaya D.Z., Luchko M.V. Differences in the hydrothermal transformation of andesites in the Upper and Lower-Koshelevo thermal fields (South Kamchatka). Proceedings of the XVI International Conference of Students and Young Scientists "Lomonosov". [Electronic resource] - M.: MAKS Press, 2009.

5. Luchko M.V., Zuhubaya D.Z., Frolova J.V. Petrophysical transform andesites on Koshelevo thermal fields (Southern Kamchatka). Proceedings of X International Conference "Physical-chemical and petrophysical studies in earth sciences." M. 2009. Pp. 250-254.

6. Sulimova A. Yu. Effect of structure and composition of the tuffs on their properties (Pauzhetka region, South Kamchatka) // Engineering survey for construction. Proceedings of the scientific-practical conference of young specialists. M. 2006. Pp. 152-156.

7. Frolova J.V., Ladygin V.M., Luchko M.V., Zuhubaya D.Z. Transformation of volcanic rocks under the action of sulfuric acid leaching into surface zone of modern hydrothermal systems. Proceedings of the International conference "Actual problems of engineering geology and ecological geology". M.: MGU, 2010. Pp. 29-30.

## **Изменение состава, строения и свойств андезитов Кошелевского вулкана и туфов Паужетского геотермального месторождения в приповерхностной зоне современных гидротермальных систем**

**Шанина В.В., Нуждаев А.А.**

Современные гидротермальные системы приурочены к областям развития активной вулканической деятельности. Изучение гидротермальных систем в практических целях, связанное с электро- и теплофикацией, ведется во многих странах мира. Гидротермальные системы на глубине объединяются единым фронтом теплового питания, образуя «геотермальные районы». На юге Камчатки расположен Паужетско-Камбально-Кошелевский район, активное изучение которого особенно в последние годы ведется Южнокамчатско-Курильской экспедицией Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, возглавляемой д.г.-м.н. С.Н. Рычаговым. В 2005, 2007-2010 годах сотрудниками и студентами кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова в составе экспедиционной группы была собрана коллекция образцов вулканогенных пород, в различной степени переработанных термальными водами, послужившая основой для написания многочисленных курсовых, бакалаврских и магистерских работ.

Цель настоящей работы - выявить закономерности изменения состава, строения и свойств андезитов Кошелевского вулканического массива и туфов Паужетского геотермального месторождения под воздействием термальных вод в режиме реального времени, сравнить преобразования пород на разных термальных полях и посмотреть как укладываются полученные закономерности в тенденции, выявленные другими исследователями для данных пород при их преобразованиях в течение геологического времени.

Натурные эксперименты на Нижне-Кошелевском термальном поле и Паужетском месторождении были начаты летом 2009 года, в 2010 году произошло увеличение количества экспериментальных точек (кипящие водные и грязевые котлы, сливы со скважин) и заложены первые образцы на Верхне-Кошелевском термальном поле. Образцы характерных для данного термального поля пород, изученного состава и свойств, нарезанные в виде кубиков, помещались природные котлы и сливы со скважин в специально приготовленных деревянных стаканчиках с высверленными отверстиями для обеспечения максимального контакта раствора с экспериментальными образцами.

В районе Нижне-Кошелевского термального поля изучены неизменные эффузивы, приуроченные к Западно-Кошелевскому вулкану, сложенному почти горизонтальными лавовыми потоками средне-верхнечетвертичных двупироксеновых андезитов, андезибазальтов, андези-дацитов (Блюмкина, Череватов, 2011). Плотность пород 2,45-2,51 г/см<sup>3</sup>, плотность твердой компоненты (минеральная плотность) 2,68-2,76 г/см<sup>3</sup>. Под действием субнейтральных вод гидрокарбонатного состава (рН 6-8,  $T \sim 95$  °С) андезиты постепенно преобразуются в монтмориллонитовые глины (Лучко и др., 2009). Все начинается с уменьшения плотности пород до 2,05 г/см<sup>3</sup>, при незначительном снижении плотности твердых частиц (до 2,65 г/см<sup>3</sup>), увеличивается пористость до 23%, а гигроскопическая влажность до 1%.

Основным процессом на Верхне-Кошелевском поле является сернокислотное выщелачивание, происходящее под действием кислых сульфатных вод и приводящее к образованию легких, пористых опалитов (Лучко и др., 2009). Магнитная восприимчивость уменьшается на три порядка из-за разрушения рудных и темноцветных минералов, содержащих в своем составе железо и обладающих ферромагнитными и парамагнитными свойствами (Фролова и др., 2010).

Различия в преобразовании пород Кошелевского вулкана, изначально имеющих андезитовый состав, в первую очередь связывают с преобладанием сероводорода или метана в газовом составе термальных полей (Зухубая, Лучко, 2009).

Неизменные туфы верхнепаужетской подсвиты по размеру обломков делятся на псефитовые, псаммитовые, алевритовые, пелитовые (Жаренова, Сулимова, 2006; Сулимова, 2006). На геотермальном месторождении под действием горячих вод первичные минералы разрушаются и замещаются вторичными, что заметно отражается на свойствах туфов. В зависимости от состава и температуры термальных вод отмечается окварцевание, хлоритизация и кальцитизация (с эпидотом, пренитом), цеолитизация, агриллитизация пород (Жаренова, 2006; Жаренова, Сулимова, 2006).

Первые выводы по проведенным экспериментам. Туфы: увеличение плотности пород, гигроскопической влажности в 2-4 раза, при снижении плотности твердой компоненты, пористости, водонасыщения; скорость распространения продольных волн не изменяется, незначительно увеличивается магнитная восприимчивость, изменение свойств туфов хорошо согласуется с увеличением содержания глинистых минералов, которые замещают первичные и залечивают поры, и минералов кремнезема (в первую очередь на открытой поверхности образцов). Андезиты: за три недели незначительно увеличивается магнитная восприимчивость (перераспределение Fe и изменение минералов, обладающих ферромагнитными свойствами) и уменьшается открытая пористость пород; за год тенденции изменения свойств аналогичные туфам, кроме увеличения пористости пород (формированием вторичной пористости вследствие выщелачивания и выноса первичных компонентов) и снижения магнитной восприимчивости (разрушение рудных и темноцветных минералов).

### Литература

1. Блюмкина М.Е., Череватов Д.А. Петрофизические свойства андезитов Западно-Кошелевского вулкана (Южная Камчатка). Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2011». [Электронный ресурс] — М.: МАКС Пресс, 2011.
2. Жарёнова М. Ю. Влияние гидротермальных преобразований на свойства туфов Паужетского гидротермального месторождения (Южная Камчатка) // Материалы научно-практической конференции молодых специалистов. М. 2006. С. 145-148.
3. Жаренова М. Ю., Сулимова А. Ю. Влияние гидротермальной переработки на свойства туфов (Паужетское геотермальное месторождение, Южная Камчатка) // Материалы XIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2006». М. Изд-во МГУ. С. 60-61.
4. Зухубая Д. З., Лучко М. В. Различия в гидротермальных преобразованиях андезитов в районе Верхне- и Нижне-Кошелевских термальных полей (Южная Камчатка). Материалы XVI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов». Электронный ресурс. М.: МАКС Пресс, 2009.
5. Лучко М.В., Зухубая Д.З., Фролова Ю.В. Петрофизические преобразования андезитов на Кошелевских термальных полях (Южная Камчатка). Материалы X международной конференции «Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле». М. 2009. С. 250-254.
6. Сулимова А. Ю. Влияние состава и строения туфов на их свойства (Паужетский район, Южная Камчатка) // Инженерные изыскания в строительстве. Материалы научно-практической конференции молодых специалистов. М. 2006. С. 152-156.
7. Фролова Ю.В., Ладыгин В.М., Лучко М.В., Зухубая Д.З. Преобразование вулканогенных пород под действием сернокислотного выщелачивания в приповерхностной зоне современных гидротермальных систем // Труды Международной конференции «Актуальные вопросы инженерной геологии и экологической геологии». М.: Изд-во МГУ, 2010. С. 29–30.