

## Разрывные нарушения и гидротермально-магматические системы центральной части о. Итуруп

Хубаева О.Р., Сергеева А.В.

### Fracture faults and hydrothermal-magmatic systems in the central part of Iturup Island Khubaeva O.R., Sergeeva A.V.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;  
e-mail: grifon03@yandex.ru

Построены 3D модель тектонической раздробленности пород, модели гидротермально-магматических систем, расположенных в районе центральной части о. Итуруп. Выделяется несколько гидротермально-магматических систем, которые тяготеют к современным вулканическим аппаратам или остывающим субвулканическим интрузиям древних вулканических центров, служащих источниками термальных вод и эндогенного тепла.

Гидротермальные проявления центральной части о. Итуруп приурочены, в основном, к вулканическому хребту Грозный и вулканам Богдан Хмельницкий и Чирип. Хребет Грозный протягивается примерно на 45 км от перешейка Ветровой до Куйбышевского перешейка. Термальные воды хребта Грозный выходят в пределах вулканов Баранского, Тебенькова, Мачеха, Иван Грозный, а также на южной периферии в районе с. Горячие Ключи. К гидротермам центральной части острова также можно отнести скважину № 13к в районе г. Курильск, источники вулканов Чирип и Богдан Хмельницкий на полуострове Чирип, Рейдовские термальные источники в районе с. Рейдово [1].

На рисунке показаны катионный и анионный составы природных вод термальных источников и скважин о. Итуруп. Наиболее минерализованные хлоридно-сульфатные и хлоридные натриевые воды. Гидрокарбонатные воды скважин пресные, медианное содержание гидрокарбонат-иона 67 мг/л, содержание сульфата и хлорид-ионов 26 и 80 мг/л, соответственно. Медианное значение суммы натрия и калия 72.5 мг/л, кальция 24 мг/л, магния 9 мг/л. Разнообразие типов вод о. Итуруп связано со сложными условиями смешения и фильтрации поверхностных, ювенильных, термальных и, вероятно, морских вод, что определено геоморфологическими факторами острова. Циркуляция подземных вод во многом зависит от степени тектонической трещиноватости. Зоны с высокой плотностью трещин служат индикаторами разломных зон и крупных разрывных нарушений. Тектонические нарушения определяют структуру исследуемой площади, могут распространяться на большие глубины, образуя пути для восходящих потоков нагретых вод глубокой циркуляции к поверхности Земли.

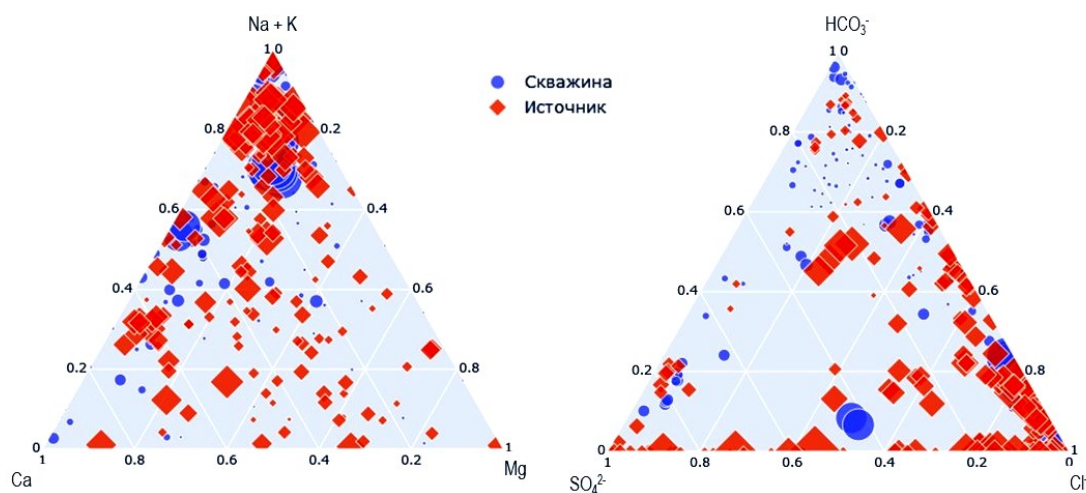


Рисунок. Ионный состав вод термальных источников и скважин о. Итуруп, размер значка пропорционален минерализации воды [1].

Для центральной части о. Итуруп была построена 3D модель тектонической раздробленности с целью уточнения проницаемых зон верхней части земной коры. В разное время в этом районе исследователями [7] выделялась серия крупных разрывных нарушений СВ простирания, которые также прослеживаются на 3D модели тектонической раздробленности в виде зон с высокой тектонической деструкцией. Высокая плотность трещин в вулканических районах часто наблюдается над внедренными магматическими телами. На границах таких зон нередко существуют области перехода участков питания метеорных и ювенильных вод и, как следствие, на поверхности наблюдаются термальные проявления.

На горизонтальных срезах трехмерной модели тектонической раздробленности блока пород для центральной части о. Итуруп видно, что зоны с наибольшей степенью деструкции распространены в центре исследуемого района и вытянуты в СВ и СЗ направлениях. При этом СЗ направление выражено лучше, чем СВ. Это связано с тем, что на о. Итуруп наиболее древние глубинные и протяженные дислокации ориентированы в СВ направлении [5], они образуют широкие зоны за счет субпараллельных нарушений. Разрывные нарушения данной системы частично погребены под современными отложениями, поэтому слабо фиксируются на космоснимках, но проявляются на 3D модели тектонической раздробленности блока пород. Разломы этого направления на о. Итуруп контролируют распределение интрузивных образований, имеющих, по разным оценкам, палеоцен-миоценовый возраст [5]. Для разрывных нарушений этого направления характерна сложная сбросовая, реже сдвиго-сбросовая кинематика, которая устанавливается по фокальным механизмам очагов землетрясений и по морфологии Центрально-Кунаширского сброса [5].

В центральной части о. Итуруп расположено несколько палеовулканических центров. На о. Итуруп такие разрывные нарушения связаны с вулканической активностью. Здесь выделяются серии радиально-кольцевых разломов у построек одиночных вулканов. Среди кольцевых форм преобладают кальдеры. Такие разрывные нарушения нередко являются подводными каналами для циркуляции парогидротерм.

Южнее, в районе хр. Грозного, выделяется вулканоконтролирующее нарушение СВ направления. Вдоль этого разрывного нарушения расположено большинство действующих вулканов центральной части острова. Однако, по данным 3D модели тектонической раздробленности, зоны с высокой плотностью трещин часто прерываются. Это объясняется тем, что более древние разрывные нарушения СВ простирания перекрыты молодыми отложениями. Наиболее молодые тектонические нарушения имеют преимущественно СЗ направление и отчетливо проявлены на 3D модели тектонической деструкции. На геологических картах данные разрывные нарушения сопровождаются субвулканическими телами плиоценового возраста, что позволяет предположить их достаточно глубинное заложение и неогеновое время формирования. Такого рода глубинные долгоживущие разломы являются подводными каналами для металлоносных растворов, формирующих рудную минерализацию.

Состав термальных источников, приуроченных к палеовулканическим центрам, с высокой степенью тектонической раздробленности и незначительной мощностью современных отложений, зависит от закольматированности трещин вторичными минералами (зона самоизоляции).

Как известно, о. Итуруп характеризуется сложной гидрогеологической обстановкой. В центральной части острова можно наблюдать большое количество термальных источников, разных как по химическому составу, так и по физико-химическим свойствам. Термальные проявления в этом районе связаны с активным вулканизмом и остывающими субвулканическими интрузивными телами, а также обилием атмосферных осадков. По данным исследователей [1-4, 6], термальные источники, приуроченные к постройкам активных вулканов, характеризуются

преимущественно сульфатным или сульфатно-хлоридным составом. Источники, располагающиеся вдоль прибрежных зон, имеют хлоридно-натриевый состав.

По данным вертикального электрического зондирования были выявлены зоны низкоомного сопротивления, связанные с высокотемпературными гидротермально-магматическими системами. Такие участки выделяются в районе с. Рейдово и в прибрежной зоне г. Курильск (ист. Береговые). Наиболее крупный участок с низкоомным сопротивлением приурочен к хр. Грозный и расположен между активными вулканами Баранского и Тебенькова и распространяется в ЗЮЗ направлении в сторону с. Горячие Ключи.

Таким образом, в гидрогеологическом плане центральная часть о. Итуруп представляется как часть единой неоген-четвертичной водонапорной системы, осложненной субвулканическими интрузивными телами и современными вулканическими постройками. Основным источником питания подземных вод являются атмосферные осадки.

Выделяется два гидрогеологических массива: хр. Рубецкий и хр. Грозный, которые являются областями питания для расположенных в вулканотектонических и тектонических депрессиях артезианских бассейнов. Термальные воды, разгружающиеся в прибрежных зонах центральной части о. Итуруп, относятся к субнейтральным хлоридным хлоридно-гидрокарбонатным натриевым водам с минерализацией менее 10 г/л [1, 4]. Воды зон тектонических нарушений отличаются от остальных по температуре и химическому составу.

Очевидно, в центральной части острова Итуруп выделяется несколько гидротермально-магматических систем, каждая из которых тяготеет к современным вулканическим аппаратам или остывающим субвулканическим интрузиям древних вулканических центров, служащих источниками термальных вод и эндогенного тепла.

#### **Список литературы**

1. *Жарков Р.В.* Термальные источники Южных Курильских островов / Ред. О.В. Чудаев. Владивосток: Дальнаука, 2014. 378 с.
2. *Знаменский В.С.* Вулканогенные серные руды Курильских островов (геология, петрография, условия образования) // *Геохимия и минералогия серы*. М.: Наука, 1972. С. 185-212.
3. *Знаменский В.С., Никитина И.Б.* Гидротермы центральной части острова Итуруп (Курильские острова) // *Вулканология и сейсмология*. 1985. № 5. С. 44-64.
4. *Калачева Е.Г., Котенко Т.А., Волошина Е.В., Эрдниева Д.Ю.* Береговые термальные источники центральной части о. Итуруп: макро- и микроэлементный составы // *Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле*. 2022. № 3. С. 31-44.
5. *Крикун Н.С.* Тектоно-магматическая эволюция и рудоносность южной группы островов Большой Курильской гряды (острова Кунашир и Итуруп). Дис. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Санкт-Петербург, 2022. 148 с.
6. *Мархинин Е.К., Стратула Д.С.* Гидротермы Курильских островов. М.: Наука, 1977. 212 с.
7. *Таловина И.В., Крикун Н.С., Юрченко Ю.Ю., Агеев А.С.* Дистанционные методы исследования в изучении структурно-геологических особенностей строения о. Итуруп (Курильские острова) // *Записки горного института*. 2022. № 254. С. 158-172. <https://doi.org/10.31897/PMI.2022.45>