

**АНАЛИЗ ОШИБОК В ОЦЕНКЕ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫХ ПОЗИЦИЙ
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ КАМЧАТКИ**

В. Леонов

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН
бульвар Пийпа, 9, 683006, Петропавловск-Камчатский, Россия
E-mail: lvl@kcs.iks.ru

Исследования по геотермии относятся к приоритетным для Дальневосточного региона России направлениям фундаментальных исследований. Особое значение имеют данные работы на Камчатке, где в настоящее время активно ведется освоение таких геотермальных месторождений, как Мутновское, Паратунское, Паужетское. Исследования, проводившиеся в течение многих лет, не привели к ясному пониманию того, каков источник теплового питания высокотемпературных гидротермальных систем,

представляющих основной интерес для практического освоения, каковы структурные условия их локализации. В частности, рассматриваются разные модели теплового питания - близповерхностные горячие магматические тела, глубоко проникающие зоны разломов, по которым поднимаются горячие флюиды природные реакторы, в которых тепло выделяется при химических реакциях, происходящих в недрах геотермальных систем. Автор более 30 лет занимался изучением геологического строения и структурных позиций таких гидротермальных систем Камчатки, как Паужетской, Узон-Гейзерной, Большесемьячкской, Карымской, Киреунской (1-13). Совместно с коллегами им проводились оценки геологической ситуации, давались рекомендации по закладке буровых скважин. В настоящей работе сделана попытка рассмотреть ошибки, которые были допущены при таких оценках. Такие ошибки были связаны в основном с недостатком знаний. По мере накопления последних делались корректировки, менялись представления, строились новые модели месторождений. Представляется, что проведенный анализ может быть полезен при работах в других геотермальных районах.

На раннем этапе изучения геотермальных месторождений Камчатки большое внимание уделялось поверхностной структуре, наличию водоупоров, проницаемых пород (14, 15). Рассматривалась модель с артезианским склоном, кислый вулканизм как источник тепла. В то же время было выявлено многообразие обстановок, что заставило В.И. Белоусова выделить разные типы структур - Паужетско-Вайракейской, Паранский, подтип Лардерелло (14). Были сформулированы представления о долгоживущих вулканических центрах (ДВЦ) (16-18 и др.).

На этом этапе при исследовании месторождений исследователи шли по пути поиска связей гидротермальных проявлений с кислыми телами (источниками нагрева?), выявления артезианских склонов (по типу Паужетки), выявления площадей распространения непроницаемого чехла (исходя из предположения, что именно там находятся наиболее нагретые воды).

Итоги изучения вулканизма и гидротермальных систем на этом раннем этапе в какой-то мере подводит фраза Э.Н. Эрлиха: «Четко установлены структурные позиции геотермальных систем - их приуроченность к вулканотектоническим депрессиям и секущим зонам узких линейных грабенов, закладывающихся в сволевых частях купольно-кольцевых структур, связь этих систем с ДВЦ и близповерхностными интрузиями» (19). Ю.П. Масуренков (18) также писал, что «основным генетическим элементом структуры гидротермальной системы... является купол или куполообразное вздутие».

В конце 70-х - начале 80-х годов прошлого столетия начались работы на Мутновском геотермальном месторождении. Эти работы показали, что выводы, сделанные ранее по данным, полученным на Паужетке и на Восточной Камчатке, для этого района не подходят. На Мутновке не было ни артезианского склона, ни связи с кальдерами (в кальдере расположенного рядом вулкана Горелого никаких терм нет), ни непроницаемого чехла. Единственное, что было, - кислые экструзии и вулканы. Поэтому оставалось предположение, что термы связаны с кислыми верхнекоровыми очагами - источниками тепла, расположенными в пределах Северо-Мутновской вулканотектонической зоны (6, 20).

Большая роль стала отводиться крупным секущим зонам разломов, вдоль которых термы могли вскрыться и на значительном удалении от вероятных источников нагрева. Проведенный в эти годы анализ структурных позиций высокотемпературных гидротермальных систем Восточной Камчатки позволил сделать вывод, что именно выявление древних секущих по отношению к Восточно-Камчатскому вулканическому поясу разломов, которые в отдельных случаях могут не проявляться на поверхности, а выступать как скрытые структуры, активные в нижних этажах земной коры, играет наиболее важную роль в определении структурных позиций геотермальных месторождений (7). В дальнейшем была особо рассмотрена роль разломов северо-восточного простирания, их значение как структур, контролирующих вулканическую и гидротермальную деятельность на Камчатке (8). Был сделан вывод, что большое значение при поиске геотермальных анамний имеет установленный факт последовательного смещения вулканических и гидротермальных проявлений к востоку и северо-востоку и наиболее ярко это проявлено в зонах разломов северо-восточного простирания.

Хотя эти выводы объясняли многое в расположении гидротермальных систем на Камчатке, но не все. Так, на юге Камчатки, в районе Паужетской и Кошелевской гидротермальных систем, они не работали. Там смещение было к западу.

В конце 1990-х годов был сделан анализ, который показал важную роль структуры фундамента, прогибов фундамента и разломов, ограничивающих эти прогибы (10). Эти выводы, как сейчас представляется, объясняют особенности структурной локализации всех высокотемпературных гидротермальных систем Камчатки. На основе этих представлений была разработана новая концепция теплового питания высокотемпературных гидротермальных систем, в которой возникновение и существование таких систем связывается с условиями проницаемости земной коры, наличием крупных разломов, ограничивающих прогибы фундамента в недрах вулканических поясов. Новизна предлагаемого подхода заключается в том, что во главу угла ставится не магматическое тело (очаг), которое, остывая, отдает тепло гидротермальным системам, а чехол с которой поступает несущая тепло свежая магма базальтового состава из более глубоких горизонтов. Новая концепция представляет механизм передачи вещества и энергии из недр к поверхности земли и, определяет конкретные зоны проницаемости, позволяет более целенаправленно вести поиск новых геотермальных месторождений (12).

Подводя итог, отмечу, какие, с точки зрения автора, ошибки допускались исследователями в оценке структурных позиций гидротерм и, соответственно, в проектировании буровых работ на месторождениях.

- Главная ошибка в том, что данные, полученные на каком-то одном месторождении, распространялись на другие
- Ошибкой было считать (после изучения Узонской гидротермальной системы), что все гидротермальные системы связаны с кальдерами и приурочены к ним (19).
- Ошибкой было представление, что надо искать термы около близповерхностных магматических очагов (1, 16, 21 и др.). Там их можно найти, но это неустойчивые и быстро исчезающие термы, так как сами такие

ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ, ГЕОТЕРМИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ

очаги живут не долго; отсюда были ошибки с проектированием буровых работ в сторону вулканов Мутновского, Скалистого и т. д. на Мутновском месторождении.

- Ошибкой было после изучения Паужетского месторождения искать артезианский склон на Мутновском месторождении и в других местах, исходя из этого давать прогноз о возможности нахождения термальных вод, в частности к западу от горы Скалистой на Мутновском месторождении (6).

- Ошибкой было считать, что молодые разломы С-СВ простирания играют важную роль в структурном контроле. Они лишь в отдельных случаях могут влиять на поверхностную разгрузку. Эта ошибка была выявлена сразу, и в итоге выводы для Мутновского месторождения в 1986 г. были сделаны правильно (6).

- Ошибкой было связывать гидротермальные системы с долгоживущими вулканическими центрами или куполами (по Ю.П. Масуренкову) (17, 18). Первые, действительно, иногда трассируют проницаемые зоны, с которыми бывают связаны и термы, но не всегда; а вторые отражают глубинный магматизм и тоже лишь в редких случаях совпадают с термами.

- Ошибкой было, по-видимому, считать отклонение в расположении терм и вулканической деятельности к востоку и северо-востоку относительно вулканических построек универсальной чертой (Паужетская и Кошелевская гидротермальные системы в эту закономерность не вписываются, хотя в остальном она вроде бы работает) (8).

- Ошибкой автор считает и распространение на глубину данных морфометрических исследований, выделение глубинных структур по рельефу кольцевых неоднородностей (19). Эти методы отражают лишь «верхний уровень», структуры которого не определяют локализацию гидротермальных систем, а могут лишь как-то перераспределять термальный поток.

Работа выполнена по проектам № НШ-2294.2003.5 государственной поддержки ведущих научных школ и №05-ИП-А-08-068 ДВО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. БЕЛОУСОВ В.И., ГРИБ Е.Н., ЛЕОНОВ В.Л. Геологические позиции гидротермальных систем Долины Гейзеров и кальдеры Узон // Вулканология и сейсмология. 1983. № 1. С. 65-79.
2. ГРИБ Е.Н., ЛЕОНОВ В.Л. Различные пути эволюции верхнекоровых магматических очагов кальдерных комплексов Восточной Камчатки. Ч. I. Строение пирокластических потоков, сравнительная минералогия // Вулканология и сейсмология. 2001. № 4. С. 3-17.
3. ГРИБ Е.Н., ЛЕОНОВ В.Л. Различные пути эволюции верхнекоровых магматических очагов кальдерных комплексов Восточной Камчатки. Ч. II. Физико-химические условия кристаллизации игнимбритообразующих расплавов // Вулканология и сейсмология. 2001. № 4. С. 18-28.
4. ГРИБ Е.Н., ЛЕОНОВ В.Л. Эволюция магматических очагов кальдер южного сектора Карымского вулканического центра. Ч. 1. Геология, строение и состав пирокластических потоков // Вулканология и сейсмология. 2004. № 3. С. 21-40.
5. ГРИБ Е.Н., ЛЕОНОВ В.Л. Эволюция магматических очагов кальдер южного сектора Карымского вулканического центра. Ч. 2. РТЕ - условия кристаллизации игнимбритообразующих расплавов, эволюция магматизма // Вулканология и сейсмология. 2004. № 4. С. 23-36.
6. ЛЕОНОВ В.Л. Методика и результаты крупномасштабного геокартирования // Геотермические и геохимические исследования высокотемпературных гидротерм. М., 1986. С. 41-62.
7. ЛЕОНОВ В.Л. Структурные условия локализации высокотемпературных гидротерм. М., 1989.
8. ЛЕОНОВ В.Л. О некоторых закономерностях развития гидротермальной и вулканической деятельности на Камчатке // Вулканология и сейсмология. 1991. № 2. С. 28-40.
9. ЛЕОНОВ В.Л. О влиянии мощности и скорости растяжения земной коры на характер развития вулканической и гидротермальной деятельности // Вулканология и сейсмология. 1992. № 4. С. 56-62.
10. ЛЕОНОВ В.Л. Региональные структурные позиции высокотемпературных гидротермальных систем на Камчатке // Вулканология и сейсмология. 2001. № 5. С. 32-47.
11. ЛЕОНОВ В.Л., ГРИБ Е.Н. Кальдеры и игнимбриты Узон-Семячикского района, Камчатка: новые данные по результатам изучения разрезов Плато Широкое // Вулканология и сейсмология. 1998. № 3. С. 41-59.
12. ЛЕОНОВ В.Л., ГРИБ Е.Н. Структурные позиции и вулканизм четвертичных кальдер Камчатки. Владивосток, 2004.
13. КИРЮХИН А.В., ЛЕОНОВ В.Л., СЛОВЦОВ И.Б. и др. Моделирование эксплуатации участка Дачный Мутновского геотермального месторождения в связи с обеспечением теплоносителем Мутновской ГеоЭС 50 МВт // Вулканология и сейсмология. 2005.
14. БЕЛОУСОВ В.И. О роли геологических факторов в процессе становления и деятельности гидротермальных систем в областях современного вулканизма // Вулканизм и геохимия его продуктов. М., 1967. С. 42-50.
15. БЕЛОУСОВ В.И., СУГРОБОВ В.М. Геологические аспекты связи Паужетских гидротерм и термальных полей Камбального хребта на юге Камчатки // Вулканизм и глубины Земли. М., 1971. С. 225-229.
16. БЕЛОУСОВ В.И. Геология геотермальных полей в областях современного вулканизма. М., 1978.
17. МАСУРЕНКОВ Ю.П. Система вулкан - очаг - структура (геолого-петрологический аспект проблемы) // Вулканология и сейсмология. 1980. № 4. С. 34-49.
18. МАСУРЕНКОВ Ю.П., КОМКОВА Л.А. Геодинамика и рудообразование в купольно-кольцевой структуре. М., 1978.
19. РЫЧАГОВ С.Н., ПУШКАРЕВ В.Г., БЕЛОУСОВ В.И. и др. Северо-Курильское геотермальное месторождение: геологическое строение и перспективы использования // Вулканология и сейсмология. 2004. № 2. С. 56-72.
20. ВАКИН Е.А., ПИЛИПЕНКО Г.Ф., СУГРОБОВ В.М. Общая характеристика Мутновского месторождения и прогнозная оценка ресурсов // Геотермические и геохимические исследования высокотемпературных гидротерм. М., 1986. С. 6-40.
21. АВДЕЙКО Е.П., ПИЛИПЕНКО Г.Ф., ПАЛУЕВА А.А., НАПЫЛОВА О.А. Геотектонические позиции современных гидротермальных проявлений Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1998. № 6. С. 85-99.