

## ТЕРМАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ р. СТАРЫЙ СЕМЯЧИК

Многочисленные термальные поля и гидротермы вулканического массива Большой Семячик известны со времен освоения Камчатки. Наиболее полные сведения по ним приводятся в работе Е. А. Вакина (1976). Тем не менее, на юго-западной периферии массива обнаружена труднодоступная группа горячих источников, существенно отличающихся по химическому составу от других гидротерм этого района.

Выходы горячих вод приурочены к днищу каньонообразной долины р. Старый Семячик (абсолютные отметки 250—270 м над у. м.), огибающей в этом месте южное подножие вулкана Плоско-Кругленького. Выделяется 6 групп крупных термопроявлений по обоим берегам реки, а также несколько десятков малодобитных источников, приуроченных к урезу реки в виде слабых грифонов и высачиваний, повышенная температура воды которых подчеркивается развитием термофильных водорослей (рис. 1). Похоже, что значительные термопроявления имеются и на дне реки, где прослеживается несколько участков измененных гидротермальной деятельностью пород. По весьма осторожной

оценке суммарный дебит источников, с учетом скрытой разгрузки в реку, составляет около 30 л/с при температуре воды до 90—95°C.

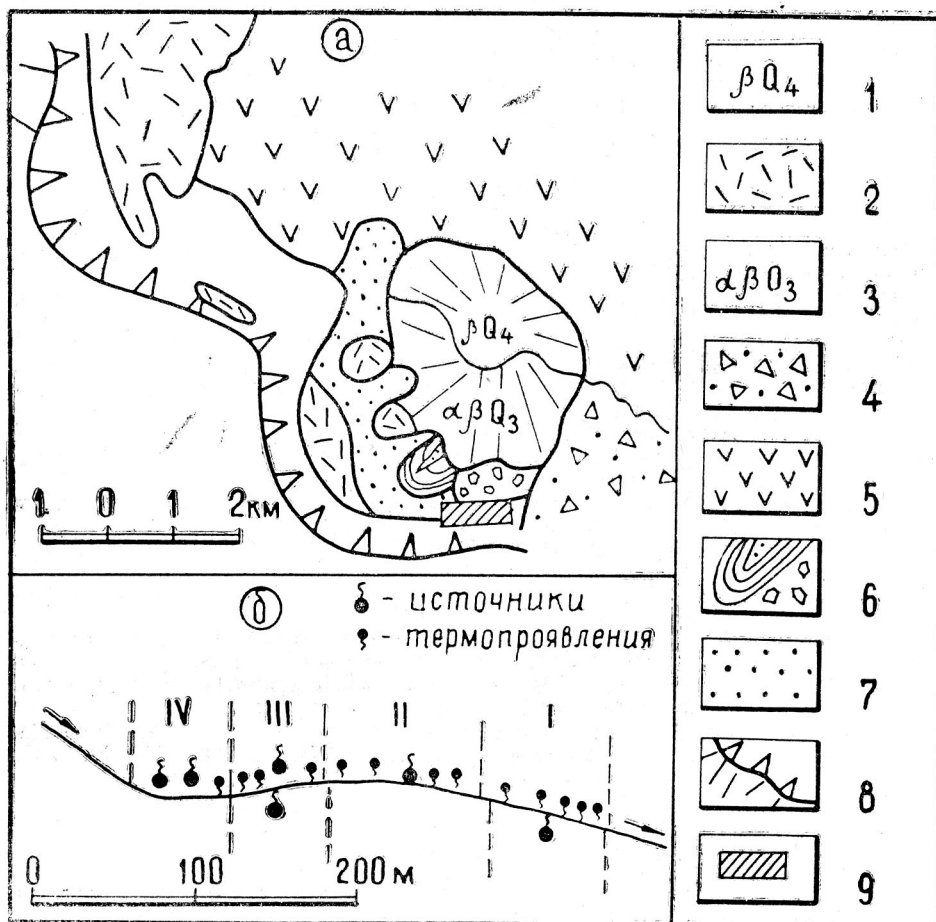


Рис. 1. Схема геологического строения южной части кальдеры Большого Семячика. 1 — голоценовые лавы вулкана Плоско-Кругленького, 2 — долинные игнимбриты Старого Семячина; 3 — андезитобазальты вулкана Плоско-Кругленького; 4 — морена; 5 — лавовые и агломератовые потоки посткальдерного комплекса; 6 — первая и вторая фазы экструзии и сопровождающие ее пемзовые туфы; 7 — внутрикальдерные пемзовые туфы; 8 — борт кальдеры Большого Семячина; 9 — термальная площадь Среднесемячских источников. На врезке — положение основных групп гидротерм (б)

Описываемые Среднесемячские источники, как и другие гидротермы Большого Семячика (Бурлящие, Нижнесемячские и др.), принадлежат к единой кальдерно-кольцевой структуре. Заложение структуры Большого Семячика относится, вероятно, к позднему плиоцену — раннему плейстоцену, причем формируют ее обширный (25—30 км в диаметре) купол вулканы, слившиеся в единую постройку, сложенную переслаивающимися лавами и агломератовыми туфобрекчиями андезитового, андезитобазальтового состава (53—57% SiO<sub>2</sub>), отнесенными А. И. Цикуновым к тумрокскому комплексу (N<sub>2</sub><sup>2</sup>—Q<sub>1</sub>).

Последними актами формирования купола были трещинные извержения пирокластики, образовавшей покровы спекшихся туфов андези-тодацитового состава (61—65% SiO<sub>2</sub>). С извержения этих туфов начался этап формирования сложной кальдеры Большого Семячика и столь же сложного комплекса спекшейся пирокластики, сложившей

обширные поля на периферии купола (58—63% SiO<sub>2</sub>) и, вероятно, выполнившей кальдерное проседание. Последующая история вулкана — это формирование внутрикальдерного комплекса: стратовулканов Бурлящего, Бараньего, Попкова, Среднего, Зубчатки, Разваленного, Плоско-Кругленького, состав лав и пирокластики которых варьирует от базальта (51% SiO<sub>2</sub>) до андезитодацита (65% SiO<sub>2</sub>), трещинных плато-андезитов (56—58% SiO<sub>2</sub>); экструзий Крайней, Попкова и др., состав которых изменяется от андезитодацитов (62% SiO<sub>2</sub>) до риолитодацита (70% SiO<sub>2</sub>); внутрикальдерных (долинных) игнимбритов Старого Семячика (61—69% SiO<sub>2</sub>) и Пятой Речки (58—69% SiO<sub>2</sub>). По-видимому, правильным будет отнести время образования покровных спекшихся туфов к среднему плейстоцену, как это было сделано нашими предшественниками (Влодавец, 1958; Вакин, 1976; и др.). Внутрикальдерный комплекс по соотношению с моренами долинного оледенения уверенно датируется среднепоздним плейстоценом. Наиболее молодыми (последледниково-голоценовыми) образованиями Большого Семячика являются куполы выжимания, шлаковые конусы и их потоки андезито-базальтового — андезитового состава.

Среднесемячические гидротермы расположены в юго-западной части сложной кальдеры Большого Семячика, у южного борта малой (диаметром 4—5 км) кальдеры, входящей в общий ансамбль массива (рис. 1а). Река Старый Семячик вскрывает пепловые туфы, выполняющие эту кальдеру (содержание SiO<sub>2</sub> — 61,5%). Горизонтально-слоистые пепловые туфы прорваны двухфазной экструзией андезитового-андезито-дацитового состава и перекрыты пемзовым потоком, связанным с этой экструзией (пемзовый туф — 59,4% SiO<sub>2</sub>, первая фаза экструзии — 58% SiO<sub>2</sub>, вторая — 54,5% SiO<sub>2</sub>). Весь этот кальдерный комплекс перекрыт лавами стратовулкана Плоско-Кругленького (53—54% SiO<sub>2</sub>), а его эродированная ледником постройка, как и кальдерные образования, перекрыты долинными игнимбритами Старого Семячика. Голоценовые лавы (52,6% SiO<sub>2</sub>) образовали потоки, излившиеся из привершинной части Плоско-Кругленького и перекрывшие его северные и северо-восточные склоны.

Обособленность малой кальдеры, выполнившей ее пирокластики и посткальдерных образований указывают на вероятную автономность магматического очага в недрах южной части Большого Семячика. При этом антидромный тренд последовательных магмапроявлений не может быть удовлетворительно описан с позиций эволюции единого магматического очага, но хорошо согласуется с представлением о ярусном расположении магматических очагов кислого и основного состава, активизации кислого очага, инъекциями магмы основного состава и последующем его отмирании. Именно такое соотношение — отмирание очага кислой магмы при сохранении активности глубинного базальтового очага — отличает малую кальдеру от северной и центральной части Большого Семячика, где кислые (коровые) очаги, по всей видимости, активизированы. Структурами, дренирующими глубинные флюиды на юго-западе массива Большой Семячик, служат кольцевые трещины, концентричные с малой кальдерой и связанные с пульсацией локализованных под этой кальдерой магматических очагов. Вторым дренирующим структурным элементом является сколовая диагональная структура северо-западного простирания.

Химический состав вод термальных полей массива Большой Семячик не отличается большим разнообразием. Они относятся к сульфатным и сульфатно-гидрокарбонатным растворам со значительной изменчивостью элементов в катионной части (Вакин, 1976). Особый интерес поэтому представляет анализ воды одного из источников Среднесемячических гидротерм (см. рис. 1б, участок III), обследованного в августе 1985 г. (табл. 1).

**Химический состав воды источника  
Среднесемячских гидротерм  
(аналитик И. А. Болтенко)**

Катионы			Анионы			Специфические компоненты, мг/л
компонент	мг/л	мг-экв.	компонент	мг/л	мг-экв.	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2,3	0,13	Cl <sup>-</sup>	126,2	3,56	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> — 33,3
Na <sup>+</sup>	190,0	8,27	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	127,0	2,64	H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> раст. — 205,0
K <sup>+</sup>	9,1	0,23	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	243,0	3,99	H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> кол. — 37,0
Ca <sup>++</sup>	19,2	0,96	F <sup>-</sup>	0,6	0,03	pH = 7,22
Mg <sup>++</sup>	6,3	0,52				T воды = 95°C
Сумма	227,0	10,11	Сумма	496,8	10,22	

Общая минерализация (M) составила 1,0 г/л. Формула химического состава:

$$M_{1,0} = \frac{HCO_3 39 \quad Cl 35 \quad SO_4 26}{Na 82 \quad Ca 10}$$

Вода термального источника имеет гидрокарбонатно-хлоридный натриевый состав с невысоким содержанием сульфатов. Среди катионов преобладает натрий при малом содержании кальция и магния. Как и воды других термальных полей Большого Семьячика, Среднесемячские термальные воды имеют низкое содержание калия (Na/K = 36), неэквивалентное количество натрия и хлора, отношение которых равно 2,32. Вместе с тем, обращает на себя внимание заметно более высокое, сравнительно с солевым составом вод термальных полей массива, содержание хлора, кремниевой кислоты, бора. Все перечисленные компоненты солевого состава вод, с учетом местной гидрохимической обстановки, показывают, что гидротермы в среднем течении р. Старый Семьячик относятся к категории «глубинных», «магматогенных», а отмеченные различия в их составе следует принять как следствие различий в структуре магматических очагов.

Использование ионных отношений растворенных солей для оценки температур гидрохимических равновесий (Гогель, 1978; Сержников и др., 1982; Геотермические и геохимические исследования, 1986) показывает (табл. 2), что зафиксированные гидрохимические отношения эквивалентны равновесию при глубинных температурах порядка 160—170°C. Наличие значительных опал-карбонатных отложений в виде натевков, корок и цемента туфов вокруг термопроявлений со своей стороны свидетельствует о температуре растворов, превосходящей 210°C (Кирсанова, Мелекесцев, 1984).

Таблица 2

**Результаты обработки гидрогеохимических данных**

Ионные отношения, мг-экв.	Глубинная температура по показаниям гидрогеохимических геотермометров, °C	
Cl/HCO <sub>3</sub> = 0,89	T кварцевый адиабатический	= 162°
Cl/SO <sub>4</sub> = 1,35	T кварцевый кондуктивный	= 173°
Na/K = 35,96	T халцедон	= 141°
Na/Cl = 2,32	T кварц-халцедоновый	= 163°

Проведенное первое обследование Среднесемячичских гидротерм показало их существенное отличие от вод термальных полей массива Большой Семячик и необходимость более детального изучения термальной площади этой группы источников.

## ЛИТЕРАТУРА

**Вакин Е. А.** Гидротермы вулканического массива Большой Семячик. — Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки. Владивосток, 1976. С. 212—236.

**Влодавец В. И.** Вулканы и вулканические образования Семячичского района. — Тр. лаборат. вулканологии АН СССР. Вып. 15. 1958. 194 с.

Геотермические и геохимические исследования высокотемпературных гидротерм (на примере Мутновского геотермального месторождения). Под ред. В. М. Сугрובה. — М.: Наука, 1986. 305 с.

**Гогель Ж.** Геотермия. — М.: Мир, 1978. 171 с.

**Кирсанова Т. П., Мелекесцев И. В.** О происхождении и возрасте Ходуткинских терм. — Вулканология и сейсмология. 1984. № 5. С. 49—59.

**Сережников А. И., Кирюхин В. К., Миначева Л. И.** Результаты применения  $\text{Na} - \text{K}$  и  $\text{Na} - \text{K} - \text{Ca}$  геохимических термометров к подземным водам Нижнекошелевского геотермального месторождения на юге Камчатки. — Геохимия. 1982. № 9. С. 1355—1365.

---