

ИССЛЕДОВАНИЯ ЮЖНОКАМЧАТСКО-КУРИЛЬСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ ИВиС ДВО РАН В ПАУЖЕТСКО-КАМБАЛЬНО-КОШЕЛЕВСКОМ ГЕОТЕРМАЛЬНОМ РАЙОНЕ НА КАМЧАТКЕ

Паужетско-Камбально-Кошелевский геотермальный район входит в ряд крупнейших геотермальных районов Камчатки. Он расположен в одном из наиболее интересных и живописных мест южной оконечности полуострова и охватывает большую территорию: от вулканов Желтовский и Ильинский на севере - до вулканов Камбальный, Кошелевский и мыса Лопатка (рис. 1). В центре района располагается уникальная геологическая структура и настоящая жемчужина Камчатки – Курильское озеро, вопрос о происхождении которого остается дискуссионным. Район знаменит и тем, что именно здесь на месте Вторых Горячих Ключей была построена и устойчиво работает с 1967 г. первая в СССР Паужетская опытно-промышленная геотермальная электрическая станция. Помимо больших установленных и огромных прогнозных запасов геотермальной тепловой и электрической энергии, район богат биологическими ресурсами (Курильское озеро является крупнейшим на Дальнем Востоке нерестилищем нерки), разнообразными строительными материалами, высококачественной пемзой (разведано Ильинское месторождение), другими полезными ископаемыми вулканического происхождения (самородная сера, гипс, алунит, рудные проявления золото-полиметаллического типа). Широко распространены термальные воды – углекислые, борные, щелочно-металльные, издавна использовавшиеся местными жителями в бальнеологических целях. Все это и сегодня привлекает внимание исследователей различных научных направлений, а также предпринимателей в области геотермальной энергетики, рыбного хозяйства и туризма. При этом район является заповедным, большая его часть входит в состав Южно-Камчатского зоологического заказника и Кроноцкого государственного заповедника.

Первые сведения о Паужетском районе и о «термальных ключах реки Пауджи» появились в литературе в XVIII веке благодаря С.П. Крашенинникову. Геологическому изучению территории посвящены работы крупных экспедиций в середине 30-х годов XX века, маршрутные исследования Б.И. Пийпа, детальные работы А.Е. Святловского, В.В. Аверьева, С.Е. Апрелькова, В.С. Шеймовича, П.И. Сережникова, Н.И. Огородова, Н.Н. Кожемяки, Е.А. Вакина,

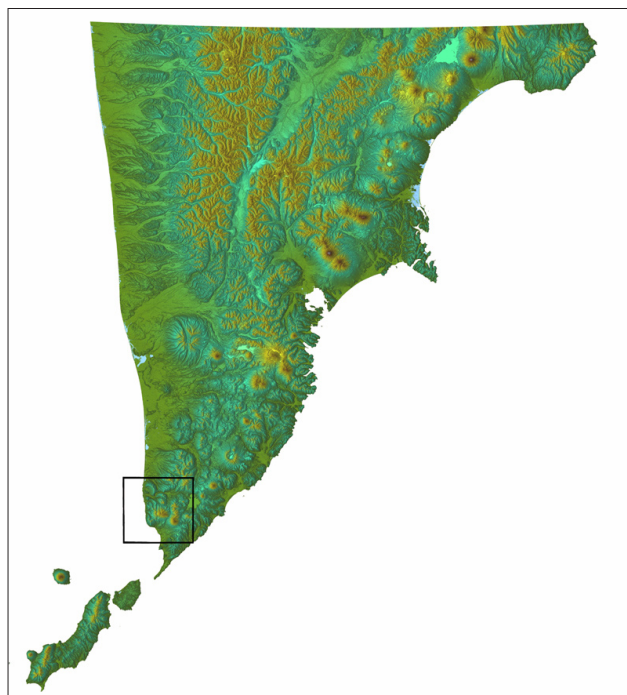


Рис. 1. Обзорная схема района работ, проводимых Южнокамчатско-Курильской экспедицией ИВиС ДВО РАН на юге Камчатки. Квадратом выделен Паужетско-Камбально-Кошелевский геотермальный район. Использован космический снимок, предоставленный системой Google.

В.И. Белоусова, В.М. Сугрובה и многих других ученых и геологов-практиков. Благодаря организации в 1950-х годах Паужетской геотермальной экспедиции Института вулканологии (тогда еще – лаборатории Вулканологии АН СССР) и строительству базы экспедиции в пос. Паужетка, экспедицией в содружестве с Паратунской гидрогеологической партией, которая осуществляла бурение глубоких скважин, были проведены изыскания, подсчитаны запасы тепла и подготовлено к эксплуатации Паужетское геотермальное месторождение установленной мощностью 11 МВт_г. Это месторождение и в настоящее время служит основой социально-экономического развития данного южно-камчатского региона.

На новейшем этапе исследований, сохранив базу Паужетской геотермальной экспедиции Института вулканологии (ныне – Паужетский геотермальный стационар Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН), наш

коллектив проводит разнообразные работы по изучению геотермальных и современных минерало-рудообразующих процессов, протекающих на термальных полях и в недрах гидротермально-магматических систем Паужетки, Кошелевского вулканического массива и Камбального хребта. Непосредственными объектами исследований являются геотермальные месторождения Паужетское и Нижне-Кошелевское, крупные геотермальные аномалии и отдельные термальные поля – Верхне-, Нижне- и Восточно-Паужетское, Верхне- и Нижне-Кошелевское, Южно-Камбальное, и другие (рис. 2*а, б*). Используются новые подходы, методики и оборудование для получения фактических данных как о глубинном строении современных и древних геологических структур, так и о физико-химических и термодинамических условиях формирования источников тепла, зарождения и транспорта металлоносных флюидных потоков. Для решения конкретных задач экспедиционных работ нами проводится

регулярное гидрогеохимическое опробование всех типов термальных вод из естественных источников и скважин (рис. 3), изучение горных пород и гидротермальных изменений, измерение температур грунтов, водных источников и фумарол (площадные температурные съемки); отбор всех видов минеральных осадков (солей), образующихся как на поверхности сольфатарных (фумарольных) полей, так и при разгрузке холодных или горячих источников (рис. 4*а-г*). Большое внимание в последние годы уделено изучению аргиллизированных пород и гидротермальных глин, образующих своеобразные, мощные и протяженные геологические тела на поверхности термоаномалий. Для понимания роли этого «чехла» гидротермальных глин в структуре гидротермальных систем, как верхнего водоупора, теплоизолирующего горизонта и сложного геохимического барьера, проводится детальное послойное изучение разрезов глин с помощью проходки шурфов и скважин колонкового бурения (рис. 5*а, б*). Одним из направлений



Рис. 2. Район Верхне-Кошелевской термоаномалии: *а* – эрозионный кратер диаметром более 3.5 км, в котором расположена термоаномалия, в ясную погоду столбы пара поднимаются на высоту до 100 и более метров над кромкой кратера; *б* – экструзии (субвулканические тела?) андезидацитов, окружающие тепловую аномалию, породы изменены до опалитов и алунитовых вторичных кварцитов. Фото В.В. Шаниной.



Рис. 3. Разгрузка термальных вод вдоль подошвы лавового потока в районе Нижне-Кошелевского геотермального месторождения (ручей Прямой). Воды имеют гидрокарбонатный кальциевый состав, на изливе образуются кальцит и арагонит. Разгрузка ранее не была известна. Нами предполагается ее техногенное происхождение за счет нарушения стволов скважин № 10 или № 10ДП, расположенных в 250 м выше по склону. Но возможна и эндогенная природа разгрузки. Фото О.В. Ковиной.

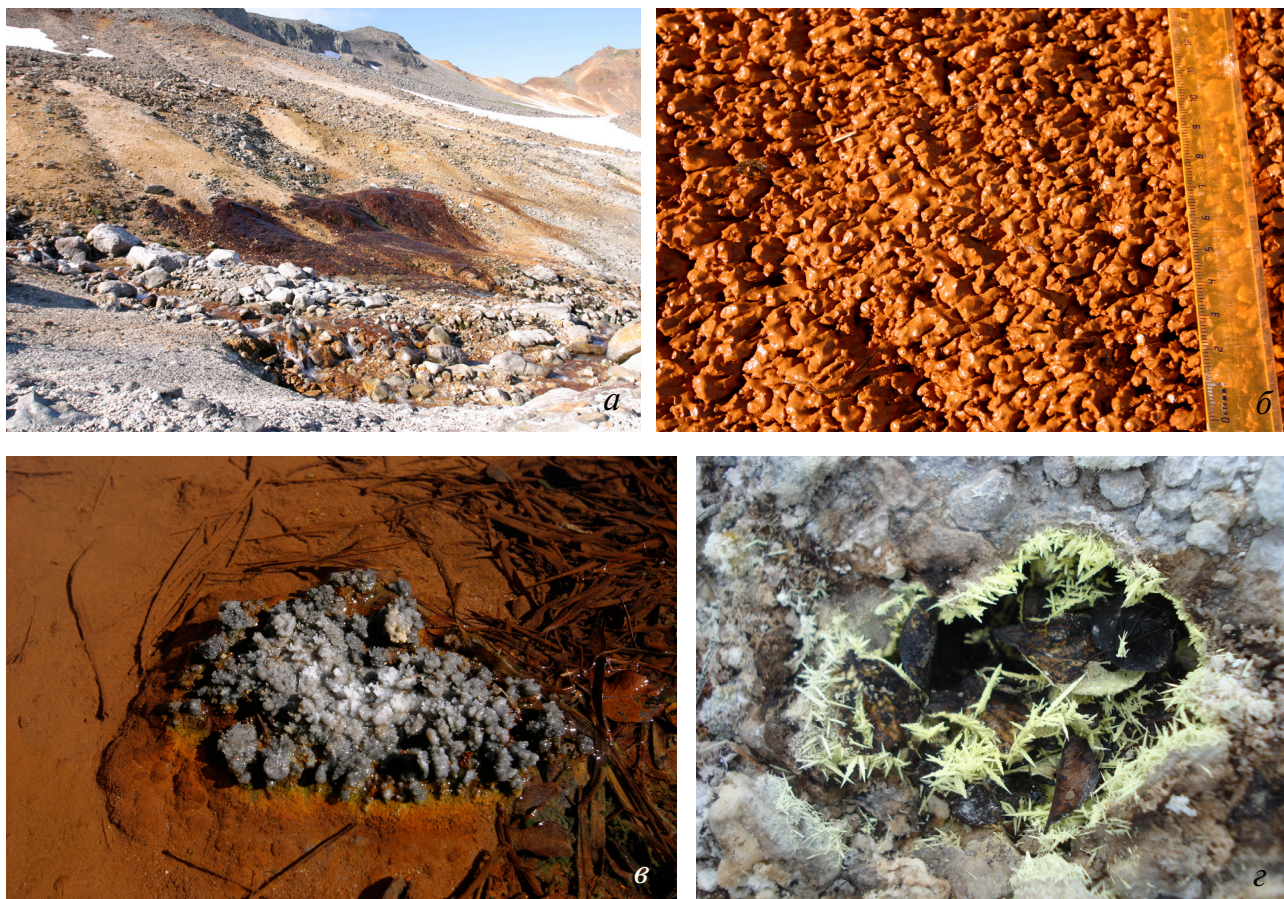


Рис. 4. Минеральные осадки, образующиеся на площади Верхне-Кошелевской термоаномалии: *а* – образование лимонитовых и лимонит-гематитовых «плащей» в местах разгрузки холодных и слаботермальных вод, как один из типичных для современных термальных полей геохимических процессов; *б* – образование лимонитового и силикатно-лимонитового геля на начальной стадии формирования гидротермальных гематитовых брекчий и конгломератов; *в* – щеточки халцедона (размер кристаллов до 1 см), образующиеся на обломках пород в ложе ручья, пересекающего термальное поле «Новое», щетки халцедона окружены лимонитовым осадком; *г* – образование самородной серы на устье высокотемпературной (более 130°C) фумаролы, канал может быть также заполнен кремнисто-сульфидными отложениями. Фото М.С. Чернова (*а-в*) и В.В. Шаниной (*г*).



Рис. 5. Проходка шурфов (*а*) и скважин колонкового бурения (*б*). Фото С.Н. Рычагова (*а*) и А.А. Нуждаева (*б*).

исследований экспедиции является продолжение изучения на новом уровне кремнистых осадков («гейзеритов»), образующихся при сбросе на дневную поверхность термальных вод, содер-

жащих до 500 мг/л растворенной и коллоидной кремниескислоты (рис. 6а). Исследование условий и скорости формирования осадков, распределения и накопления в них рудных элементов (Au, Ag,



Рис. 6. Примеры минеральных новообразований Паужетского геотермального месторождения: *а* – кремнистый плащ, образующийся на изливе термальной воды из скважины ГК-3, граница основного водного потока четко отбивается сообществом термофильных микроорганизмов и бактерий (темно-зеленое); *б* – образование кварц-гематитового прожилка в гидротермальных глинах на поверхности Восточно-Паужетского поля за счет высаживания из растворов силикатного геля и выщелачивания из пород (лав андезитов) железа. Фото С.Н. Рычагова.

Нг и др.) – одна из интересных задач проводимых нами натуральных минералого-геохимических экспериментов (рис. 6б).

В прошедший летний полевой сезон 2008 г. за счет кооперации с лабораторией геодинамики переходных зон (зав. лаб. д.г.-м.н. Н.И. Селиверстов) на площади Нижне-Кошелёвского геотермального месторождения выполнен комплекс сейсмологических исследований с целью уточнения строения и границ мощной зоны перегретого пара, установленной ранее по данным бурения разведочных скважин; инженерные сейсмические исследования в пределах основной термовыводящей структуры, которые, вероятно, позволят выделить подошвы лавовых потоков, бронирующих геотермальную аномалию, изучить строение каналов и зон, по которым происходит смешение и разгрузка газонасыщенных гидротермальных растворов вблизи дневной поверхности. Необходимо отметить, что одним из принципов работы Южнокамчатско-Курильской экспедиции и лаб. геотермии, на базе которой создана экспедиция, является широкая кооперация в исследованиях со многими специалистами из разных лабораторий ИВиС ДВО РАН, а также с учеными, молодыми специалистами и студентами МГУ, Камчатского, Санкт-Петербургского, Новосибирского и Саратовского государственных

университетов, Института геохимии СО РАН и Геологического института СО РАН, ДВГИ ДВО РАН, ИГЕМ и ГИН РАН. Немаловажное значение для повышения научно-технического уровня исследований имеют совместные полевые работы с коллегами из Японии (Геологическая Служба Японии и Университет Хоккайдо), Словении и Исландии (Геологические Службы этих стран). По нашему мнению такой подход к организации и проведению экспедиционных работ, натуральных экспериментов, аналитических исследований и камеральной обработки данных – позволит глубже проникнуть в суть разнообразнейших природных процессов, так ярко проявленных на термальных полях и в недрах гидротермально-магматических систем Южной Камчатки и Курильских островов.

Экспедиционные исследования проводятся в рамках основной, бюджетной темы НИР ИВиС ДВО РАН (научные руководители д.г.-м.н. С.Н. Рычагов и д.г.-м.н. Г.А. Карпов), при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Президиума ДВО РАН, других учреждений.

С.Н. Рычагов, зав. лабораторией
Института вулканологии и
сейсмологии ДВО РАН, д.г.-м.н.