

6. Klemperer S.L., Miller E.L., Scholl D.W. Crustal structure of the Bering and Chukchi shelves: deep seismic reflection profiles across the North American continent between Alaska and Russia / Tectonic evolution of the Bering Shelf-Chukchi Sea-Arctic Margin and adjacent landmasses. Eds. Miller E.L., Grantz A., Klemperer S.L. Boulder, USA: Geol. Soc. Amer., 2002. P. 1-24.

7. Kos'ko M.K., Cecile M.P., Harrison J.C. et al. Geology of Wrangel Island, between Chukchi and East Siberian seas, northeastern Russia // Geol. Surv. Canada Bull. 1993. V. 461. 101p.

8. Lawver L.A., Grantz A., Gahagan L.M. Plate kinematic evolution of the present Arctic region since the Ordovician / Tectonic evolution of the Bering Shelf-Chukchi Sea-Arctic Margin and adjacent landmasses. Eds. Miller E.L., Grantz A., Klemperer S.L. Boulder, USA: Geol. Soc. Amer., 2002. P. 333-358.

9. Sokolov S.D., Bondarenko G.Ye., Morozov O.L. et al. South Anzhi suture, northeast Arctic Russia / Tectonic evolution of the Bering Shelf-Chukchi Sea-Arctic Margin and adjacent landmasses. Eds. Miller E.L., Grantz A., Klemperer S.L. Boulder, USA: Geol. Soc. Amer., 2002. P. 209-223.

ГЕНЕЗИС ГИДРОУГЛЕКИСЛЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ В СВЕТЕ КОЛЛИЗИОННОЙ СТРУКТУРЫ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

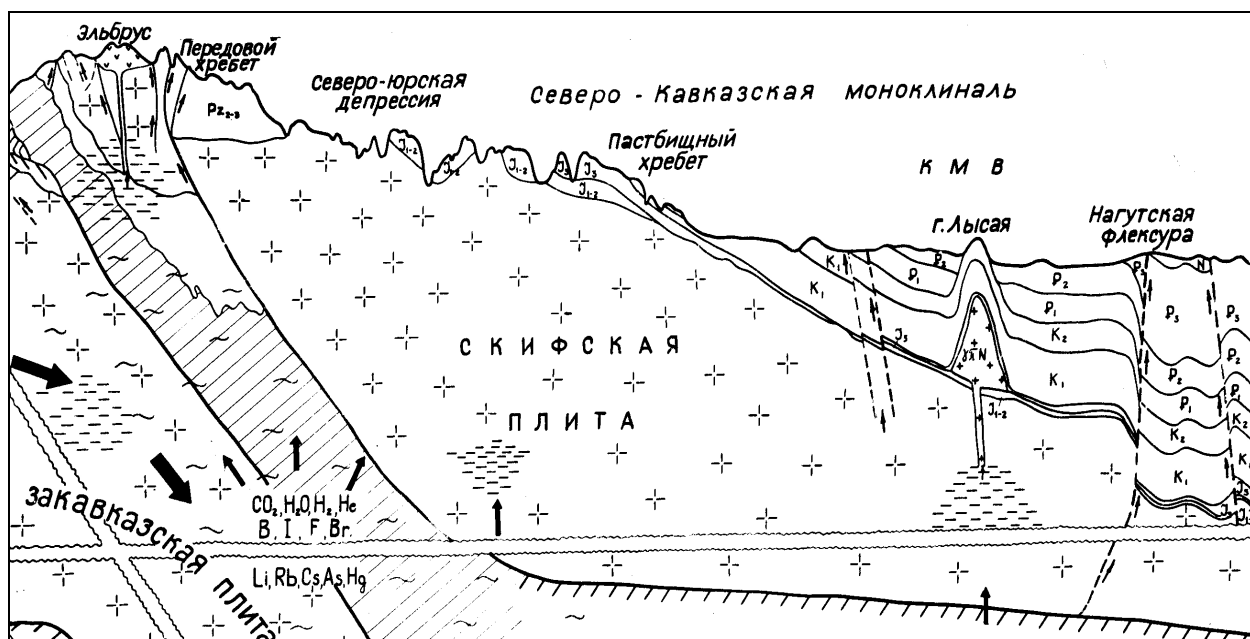
Хаустов В.В.

Курский государственный технический университет, г. Курск, okech@mail.ru

Подземные воды, распространенные в пределах Центрального ядра Большого Кавказа, относятся преимущественно к трещинному или трещинно-жильному типу. Они представляют единую водоносную систему, в пределах которой по условиям питания, характеру циркуляции и химическому составу четко выделяются две зоны. К верхней зоне относятся воды инфильтрационного генезиса, режим которых тесно связан с поверхностными процессами (ходом атмосферных осадков, температурой и пр.), они характеризуются низкой минерализацией (до 0,4 г/л) и преимущественно гидрокарбонатно-кальциевым составом. Нижнюю зону образуют напорные углекислые воды с повышенной минерализацией. Воды нижней гидрогеохимической зоны характеризуются высокой газонасыщенностью (как правило, выше 500 мл/л) и углекислым или углекисло-азотным составом газа (соотношение растворенных газов составляет (в об. %): $\text{CO}_2 - 55 \div 90$; $\text{N}_2 - 1 \div 39$; $\text{H}_2 - 13 \div 43$; $\text{CH}_4 - 0.1 \div 1.2$), гидрокарбонатно-хлоридным, реже хлоридно-гидрокарбонатным анионным составом, среди катионов доминирует натрий. Минерализация их варьирует в интервале $2 \div 12$ г/л. Общей отличительной особенностью большинства гидроуглекислых проявлений Центрального Кавказа является повышенное относительное и абсолютное содержание хлор-иона, несмотря на их приуроченность к различным структурно-формационным зонам – Главному, Передовому или Скалистому хребту. Даже в случае низкой минерализации воды ($1-2$ г/л) концентрация хлора в них составляет 300–800 мг/л. Традиционно считается, что в основе формирования углекислых минеральных вод лежит процесс смешения инфильтрационных и седиментационных вод, т. е. их химический состав является отражением палеогидрогеологических условий Центрального Кавказа и литологии водовмещающих пород. При этом состав интрузий, к которым главным образом приурочены непосредственные выходы рассматриваемых вод практически не учитывается. По нашему мнению, такой подход в отношении к углекислым водам Центрального Кавказа вряд ли приемлем, поскольку в районе чрезвычайно слабо развиты, а на большей части территории вообще отсутствуют дочетвертичные осадочные образования и воды седиментационного генезиса не могут играть сколь-нибудь заметной роли в рассматриваемом процессе. В чем же тогда причина высокой хлоридности гидроуглекислых проявлений Центрального Кавказа? Попытаемся ответить на вопрос, обратившись к глубинной геодинамике исследуемого района.

В настоящее время предпочтителен мобилистский подход при трактовке геодинамики Кавказа, так как ряд основных черт его тектоники необъясним без допущения значительных горизонтальных перемещений крупных литосферных блоков, скучивания корового материала в зонах смятия и поглощения его в зонах субдукции и др. Главнейшие особенности геологии Кавказа наиболее хорошо согласуются с геодинамической моделью, по которой этот регион рассматривается как океанический Тетис и его континентальное обрамление. Формирование геосинклинальных прогибов, их отмирание, складчатость, надвигообразование, магматизм и прочее – следствие взаимодействия разновозрастных литосферных плит, реликты которых установлены в структуре Кавказа практически для всех этапов его развития. Последовательность всех геологических событий, приведших к развитию современной структуры Большого Кавказа, в глобальном масштабе связана с закрытием океана Тетис и коллизией Аравийской и Евразийской плит (см. рисунок).

Между ними оказались зажаты Анатолийская, Черноморская, Южно-Каспийская микроплиты, Закавказский срединный массив, которые в полной мере испытали сжатие, раздробление и выжимание к западу и востоку от Аравийского «клина». Таким образом, рассматриваемый сегмент подвижного Средиземноморского пояса представляет собой своеобразную «брекчию», обусловившую блоковое строение всего Кавказского региона.



Коллизионная структура Большого Кавказа

В результате коллизии и последующего пододвигания Закавказского массива под Скифскую плиту в покровной структуре Большого Кавказа, оказались совмещены различные формационные комплексы горных пород, произошедших из разных палеотектонических зон: островная дуга, океанический бассейн, континентальный склон и др. Амплитуда субмеридионального сокращения центрального сегмента Большого Кавказа может достигать 200 ± 50 км. Зона субдукции в позднеальпийское время располагалась южнее Передового хребта. Позднеальпийская коллизия привела к горообразованию и активизации магматической и гидротермальной деятельности, при этом произошло формирование глубоких магматических очагов, которые не контролируются расположением современных тектонических зон. Неоген-четвертичный вулканизм и магматизм Большого Кавказа связаны с системой глубинных продольных и поперечных разломов. Узлы их пересечения являются участками наибольшего структурного раскрытия и максимальной тектоно-магматической и гидротермальной активности. Интенсивное горизонтальное тангенциальное сжатие, вызванное продвижением к северу Закавказского массива и пододвиганием его под Скифскую плиту, повлекло образование продольных и поперечных расколов. Субширотные зоны деформаций сжатия представляют собой в геохимическом отношении зоны сплющивания (сдвига). Для них характерен определенный тип состава и интенсивности газопроявлений, отличающий их от крупных дизъюнктивных субмеридиональной ориентировки. Свободные газопроявления представлены CO_2 (до 83%), H_2 (до 4–10%), CH_4 (до 10%) и He (до 0,2%). Крупные же разрывные нарушения антикавказского направления в большинстве своем являются раздвиговыми структурами. Горизонтальное тангенциальное тектоническое сжатие приводит к образованию поперечных трещин отрыва, совпадающих по направлению с осью максимального сжатия. На Большом Кавказе наиболее значительные субмеридиональные разломы связаны с Транскавказским поперечным поднятием, выделенным по аэрофотокосмическим снимкам, а также геофизическими и гидрогеохимическими исследованиями. С ним ассоциируются разуплотнение вещества верхней мантии, большая мощность земной коры, приподнятое положение кристаллического фундамента, повышенный тепловой поток, современная вулканическая (вулкан Эльбрус) и гидротермальная деятельность, относительно высокая сейсмоактивность. Приведенные данные свидетельствуют в пользу того, что Транскавказскому поперечному поднятию соответствует полоса разогретой (возможно, частично расплавленной) верхней мантии. Для субмеридиональных разломов глубокого заложения типичны следующие газопроявления (в %) CO_2 – 50,5; CH_4 – 42,9; H_2 – 0,8. Эманации мантийного гелия и изотопный состав углерода метана указывают на разгрузку в пределах структур поперечных разломов флюидов мантийного генезиса. Как известно, в зонах Заварицкого – Беньюфа процессы генерации магм протекают на фоне поступающего в мантию огромного количества материала литосферного происхождения. На Кавказе субдуктируемый Закавказский срединный массив содержит значительные объемы как древних седиментационных, так и современных инфильтрационных вод, пропитывающих кристаллические породы фундамента и отложения сланцевой формации осадочного чехла. На значительных глубинах зарождаются «спилитовые» магмы, а также высокоглиноземистые андезитовые расплавы, которые определяют резкую натриевую специализацию восходящих флюидов, определяющих в коровых горизонтах магматизм натриевой специализации и связанной с ним гидротермальной деятельности. При достаточно

высоком (15–10 км) уровне проникновения флюидов и (или) внедрения глубинного материала и длительном их воздействии на коровый разрез Скифской плиты происходят выделение тепла, генерация воды, CO_2 и др., что, в свою очередь, создает необходимый геотермический и геохимический фон для возбуждения процессов регионального метаморфизма (до ультраметаморфизма), гидротермальной деятельности. Вышеприведенное свидетельствует о формировании в пределах Центрального Кавказа гидротермального режима, контролируемого глубокими, а также промежуточными внутрикоровыми магматическими очагами на фоне субдукции. О дегазации глубокого очага свидетельствует изотопный состав углерода углекислого газа минеральных вод: для всех участков района КМВ, различающихся по тектоническому строению и геолого-геохимическим особенностям (Нагутское, Ессентуки, Пятигорск, месторождения Передового хребта), характерно единообразие генезиса диоксида углерода. Таким образом, современные гидроуглекислые проявления в пределах Эльбурского вулканического района представляют собой разубоженные («отработанные») и сильно разбавленные инфильтрационными водами современные гидротермы. В формировании химического состава их «глубинной» составляющей участвуют, вероятно, флюиды различного генезиса: мантийногенные; возрожденные (отделившиеся в результате термических преобразований погружающихся блоков коры); магматогенные (образованные в результате дегазации коровых магматических очагов); конденсационные (конденсаты газовых струй). Возрожденные воды и являются основным источником хлора в углекислых минеральных водах Центрального Кавказа. Настоящая модель происхождения углекислых минеральных вод открывает перспективы для их поисков в пределах восточного и западного секторов Большого Кавказа.

Провинция углекислых минеральных вод Большого Кавказа пространственно совмещена главным образом с его кристаллическим ядром, находящимся в состоянии наибольшего структурного раскрытия. Из 878 известных углекислых источников на долю вулканических областей приходится 627 (Эльбурская – 427, Казбекская – 193), т. е. 71%. В пределах зоны субдукции в западном и восточном секторах Большого Кавказа вполне реально локализация месторождений углекислых минеральных вод. Осадочный комплекс, мощность которого значительно увеличивается на «плечах» мегаантиклинория Большого Кавказа, благодаря своим экранирующим свойствам способствует рассеянию глубинных флюидов и их рассредоточению. Кроме этого, карбонатные породы осадочного чехла способствуют реакционному удалению из флюидов углекислого газа. Однако, активная гидротермальная деятельность характерна и для восточного, и западного секторов Большого Кавказа, частным проявлением которой является широкое распространение там грязевого вулканизма. Наиболее перспективными разведочными площадями, безусловно, являются зоны пересечения разнонаправленных и разновозрастных разломов глубокого заложения (как узлы максимальной тектоно-магматической и гидротермальной активности), а также разломы предпочтительно раздвигового характера деформаций и особенно их концевые участки, характеризующиеся обилием оперяющих трещин.

МАГМАТИЗМ И РУДОНОСНОСТЬ (Ti, Fe, V) – КАК ОТРАЖЕНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК ФОРМИРОВАНИЯ РИФЕЙ-ВЕНД-ПАЛЕОЗОЙСКИХ РИФТОВЫХ СТРУКТУР УРАЛА, СТЕПЕНИ ДЕПЛЕТИРОВАНИЯ МАНТИЙНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ВЛИЯНИЯ ПЛЮМОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Холоднов В.В.

Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, holodnov@igg.uran.ru

Уральский подвижный пояс, включая и примыкающие к нему районы Восточно-Европейской платформы (ВЕП), характеризуется разновременным и различающимся по геодинамическим обстановкам проявлением рифтогенеза. В зависимости от геотектонических условий, участия различных мантийных источников, интенсивности и завершенности рифтогенных событий, наблюдаются существенные различия в интрузивном рифтогенном магматизме и сопровождающем его эндогенном оруденении. Эти особенности рассмотрены на примере рифтогенных процессов, развитых в докембрийской (рифей-венд-ранний палеозой) предыстории Урала и в процессе формирования самого Уральского эпиконтинентального орогена – от времени заложения уральского палеоокеана и до его закрытия в раннем карбоне-перми.

В рифей-ранневендское время рифтогенная предыстория Урала представляла собой этапы деструкции ВЕП, в примыкающих к Уралу ее районах. На западном склоне Южного, Среднего и Северного Урала рифтогенные процессы в докембрийское время проявлялись неоднократно, сначала в нижне- и среднерифейское время, а затем и в поздне- и ранневендское время. С этими этапами рифтогенеза на Урале связано формирование высокотитанистых титаномagnetитовых и magnetит-ильменитовых месторождений (Кусинско-Копанская группа и Юбрышкинское месторождение). Наиболее ранний нижнерифейский этап континентального рифтогенеза зафиксирован в составе грубообломочных терригенных отложений и в субщелочном магматизме айской свиты раннего рифея. Начало среднего рифея – следующая более активная фаза континентального рифтогенеза. В этот период образована Кувавшко-Машакская рифтовая система, состоящая из серии кулисообразно сопряженных грабенов. На-