

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МИКРОТЕРМОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЗОВО-ЖИДКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ**Мэн Цзюньхуэй**

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Кузнецкий Алатау является частью салаирско-каледонской (раннекаледонской) складчатой системы Алтае-Саянской области, входящей в состав Центрально-Азиатского подвижного пояса [2]. Центральное золоторудное поле располагается вблизи Кузнецко-Алтайского разлома глубинного заложения в северной части Кузнецкого Алатау, также находится в Мартайгинской структурно-формационной подзоне [1].

Описываемая площадь содержит продукты четырех геологических (или структурно-вещественных) комплексов [2, 3, 4]. Наиболее древними являются отложения рифейско-раннекембрийского карбонатно-шельфового бассейна, объединяемые в енисейскую серию. В венд-раннеордовикское время на описываемой площади функционировали два вулканоплутонических пояса (ВПП): Алтае-Кузнецкий и Алтае-Северо-Саянский. С Алтае-Кузнецким ВПП связывается формирование берикюльского риодацит-базальт-трахибазальтового комплекса, сформировавшегося в условиях задугового (междугового) бассейна. С заключительным (коллизийным) этапом эволюции островодужного Алтае-Северо-Саянского ВПП связывается формирование Центрального массива мартайгинского гранитоидного комплекса. Девонские отложения, развитые в северной части площади, относятся к Мрасско-Палатнинскому сектору Алтае-Минусинского ранне-среднедевонского ВПП и объединяются в вулканогенную палатнинскую и терригенную красногорскую свиты.

Центральное месторождение размещается в центральной части Центрального массива, формировалось в кварцевых диоритах, гранодиоритах в условиях гипабиссальной фации глубинности длительное время – 486...462 млн лет. Месторождение представлено более чем 200 золото-сульфидно-кварцевыми жилами, пространственное расположение которых контролируется тектоническими нарушениями сбросо- и взбросо-сдвигового характера северо-западного направления, параллельными Кузнецко-Алтайскому глубинному разлому, северо-восточного и субширотного направления, оперяющими глубинный разлом [2].

Золотое оруденение Центрального рудного поля связывают со становлением гранитоидного интрузива мартайгинского комплекса в позднеколлизийной стадии (ордовик-силур). С постмагматическим этапом минералообразования связаны кварцево-полевошпатовый метасоматоз, пропилитизация, березитизация и оруденение [3]. Руды Центрального месторождения и магматические породы гранитоидного плутона представляют собой единую магматогенно-гидротермальную рудную систему и являются её производными. Вертикальный размах золотого оруденения от 1,5 до 3,0 км и более. Источник рудного вещества этого месторождения имеет мантийно-коровую природу по изотопным данным [2].

В рудном поле выделяются с севера на юг три ступенчато приподнятых промышленных участка. Глубина промышленного оруденения в этом направлении постепенно уменьшается от 2,5 до 1,0 км. Проба золота увеличивается от 640...810 до 820...950 ‰.

Месторождение обладает отчетливо выраженной минеральной, геохимической, в том числе изотопной, зональностью, многостадийностью образования продуктивных минеральных ассоциаций. Отмечается также и горизонтальная температурная зональность. От северного участка к южному повышаются температуры кристаллизации кварцевых жил [2].

Для изучения условий формирования кварца, слагающего жилы, проведено термометрическое изучение флюидных включений. Из образцов жильного кварца сделаны полированные пластины, которые изучались в системе, включающей в себя холодильно-нагревательную станцию Linkam, микроскоп ZEISS AX10. Обработка экспериментальных данных велась с помощью программы Linksys 32 и программы Geofluid 1.0 (автор Гон Цинцз, 2004). В каждой пластине измерялись термометрические параметры зерен кварца разных генераций (на диаграммах рис. 2 выделены соответственно красным и синим цветами).

Большинство флюидных включений представлены преимущественно двухфазной системой (рис. 1).

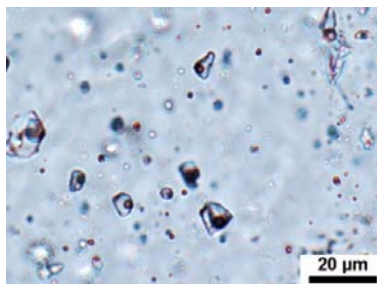


Рис. 1. Флюидные включения в кварце

Интервал температуры замерзания включений в кварце северного участка варьирует в пределах - 5,5... - 48,3° С при среднем значении -42,8° С. Интервал температуры плавления льда составляет -1,8...-5,6°С, а интервал температуры гомогенизации (Th) – 127,0...274,0° С (рис. 2 а, б).

Температура гомогенизации включений (исчезновение газовых пузырьков в жидкой фазе) принимается как минимальная температура кристаллизации минерала и фактически должна отвечать температуре его образования. Это характерно для месторождений малых и средних глубин, когда начальное внешнее давление значительно не превышает внутреннего давления раствора. Поэтому, полученные результаты, как правило, близки к истинной температуре кристаллизации минерала. В условиях образования на больших глубинах с большим внешним давлением определение истинных температур минералообразующей среды необходимо вести с учетом поправки на давление и концентрацию раствора.

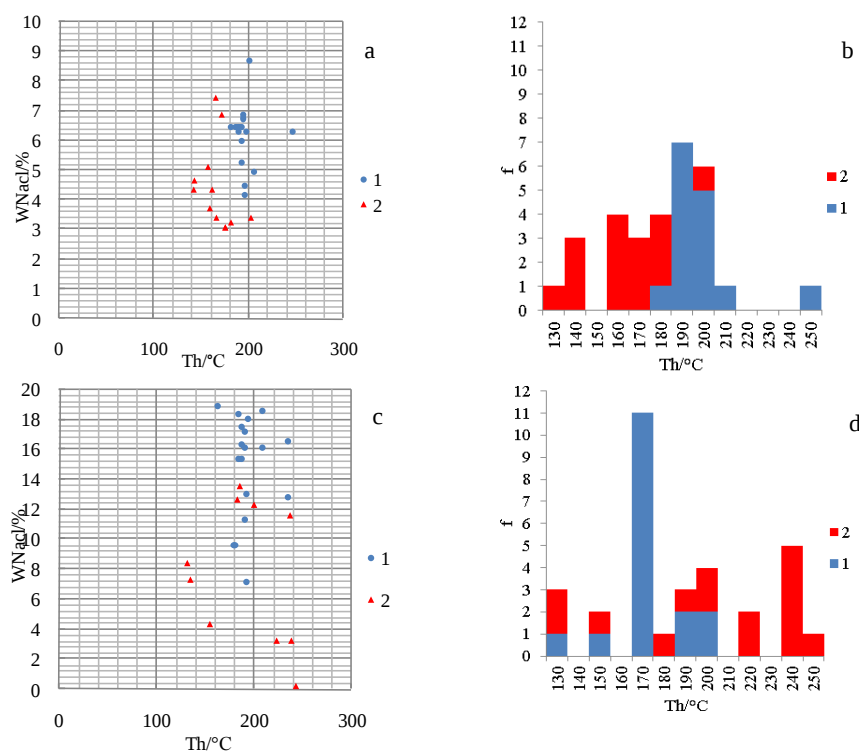


Рис. 2. Графики температуры гомогенизации и солёности включений в кварце (а, с); гистограммы частоты встречаемости зерен с различной температурой гомогенизации включений в кварце (b, d). 1, 2 – зерна кварца разных генераций в шлифе

В результате термометрии методом гомогенизации установлено, что кварц в жилах северного участка Центрального золоторудного месторождения формировался при температурах 160...180°C и 200°C и солёности флюида (W) 3,39...8,68 % при среднем значении 5,4 %. Интервал плотности гомогенной жидкой фазы составлял 0,888...0,96 г/см³. Пределы давления гомогенизации, рассчитанной по программе Geofluid, варьировали от 3,64 до 35,9 бар. Анализ полученных экспериментальных данных позволяет предположить существование двух разных генераций кварца, слагающих жилы. Для включений в кварцевых агрегатах жил из центрального участка характерны более низкие температуры замерзания -35,9...-61,4°C (среднее значение -49,2°C) и температуры плавления льда -0,2...-15,2°C. Температуры кристаллизации (гомогенизации) соответствуют 131,1...246,1°C (рис. 2, c, d). Минералообразующие растворы содержали от 3,21 до 18,96 % солей экв. NaCl, плотность гомогенной жидкой фазы составляла 0,806...1,075 г/см³ при давлении гомогенизации 2,64...35,06 бар. По гистограмме на рисунке 2, d пики температуры гомогенизации разных зерен кварца, в основном, приходятся на 170 и 240°C.

Таким образом, термометрический анализ показал, что температура образования кварцевых жил с сульфидной минерализацией центрального участка месторождения выше температуры образования кварца северного участка в среднем на 20...40°C. Изменения параметров солёности, соответственно, с 3,39...8,68% до 0,18...18,96 % могут отражать разнородность флюида при образовании кварцевых жил. Вероятно, их формирование могло происходить при участии пластовой воды или других флюидов, которые смешивались с остаточным флюидным раствором после консолидации магмы на меньших глубинах.

Литература

1. Алабин Л.В. Структурно-формационная и металлогеническая зональность Кузнецкого Алатау. – М.: Наука, 1983. – 112 с.
2. Алабин Л.В., Калинин Ю.А. Металлогения золота Кузнецкого Алатау. – М.: СО РАН НИЦ ОИГГМ, 1999. – 237 с.
3. Коробейников А.Ф. и др. Рудно-метасоматическая и геохимическая зональность золоторудных полей и месторождений складчатых поясов Сибири. – М.: ТПУ, 2013. – 458 с.

4. Шокальский С.П. и др. Корреляция магматических и метаморфических комплексов западной части Алтае-Саянской складчатой области. – М.: Гео, 2000. – 188 с.

ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОХИМИЯ МЕТАБАЗИТОВ ЦЕНТРАЛЬНО-АНГАРСКОГО ТЕРРЕЙНА (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

Р.Н. Никитин

Научный руководитель профессор В.В. Врублевский

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Базитовый магматизм является надежным индикатором геодинамических обстановок и широко проявлен в складчато-надвиговых поясах. При этом он может фиксировать океанические, островодужные и рифтогенные геотектонические режимы, отражая своеобразие их эволюции. Особый интерес представляют складчатые структуры с резко подчиненным распространением базитов. Одной из таких систем является Енисейский кряж.

В строении заангарской части Енисейского кряжа участвуют неопротерозойские породные комплексы Восточно-Ангарского, Центрально-Ангарского и Исаковского блоков, которые представляют собой тектонические пластины размером 200...500 × 50...80 км, разделенные крупными надвигами [2]. Метабазитовые комплексы здесь распространены ограниченно и представлены субсогласными амфиболитовыми телами немтихинского, индиглинского и орловского комплексов разного возраста в диапазоне от 1020 (?) до 720 млн лет. Нами были изучены метабазитовые образования двух проявлений в бассейнах рек Кадра и Тырада. Для них характерна линзовидная или пластообразная форма тел протяженностью от первых десятков метров до 2 километров и мощностью до 30 метров. По своему петрографическому составу они соответствуют ортаамфиболитам с доминирующей зеленой роговой обманкой в ассоциации с плагиоклазом, кварцем и рудными минералами. Породы имеют нематобластовую микроструктуру и сланцеватое строение. Установленные минеральные парагенезисы соответствуют условиям эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма.

Анализ содержаний микроэлементов проводился методом ICP-MS в Аналитическом центре геохимии природных систем Томского государственного университета. Изученные амфиболиты отличаются друг от друга по характеру накопления элементов-примесей. По особенностям их распределения метабазиты бассейна р. Кадра близки к базальтам N-MORB и E-MORB, а амфиболиты верховья р. Тырада – базальтам океанических островов (OIB), которые считаются производными внутриплитного магматизма. Наблюдаемая во всех спектрах редких элементов отрицательная аномалия Zr и Hf позволяет предполагать, что формирование базитов происходило при участии надсубдукционных магматических расплавов. Для пород бассейна р. Тырада характерны повышенные содержания Cs, Rb, Ba и U, что свидетельствует о влиянии материала земной коры. По соотношению высокозарядных элементов (HFSE) все изученные амфиболиты сопоставимы с эффузивами внутриплитных вулканических зон (WPWZ) и базальтами срединно-океанических хребтов E-типа (рис. 1, а). При этом амфиболиты бассейна р. Тырада сходны с внутриплитными базальтами, имеющими не субдукционный характер, а метабазиты верховий р. Кадра тяготеют к породам активной континентальной окраины и/или щелочным океаническим дугам (рис. 1, б). Таким образом, установленные геохимические признаки метабазитов позволяют предполагать, что их формирование происходило в обстановке взаимодействия структурно-вещественных комплексов активной континентальной окраины с мантийным плюмом, инициировавшим рассеянный рифтинг и внутриплитный магматизм.

Рентгено-флуоресцентный анализ амфиболитов бассейна рек Тырада и Кадра проводился на установке Oxford ED 2000 в Аналитическом центре геохимии природных систем Томского государственного университета. На основе данных о содержании в мас. % оксидов Na₂O, K₂O, и SiO₂ на диаграмме «сумма щелочей – кремнезем» (TAS) была установлена петрохимическая классификация изучаемых метабазитов, составы которых, по большей части, соответствуют базальтам и трахибазальтам нормально-щелочного и умеренно-щелочного рядов (рис. 2, а). На классификационной диаграмме типизации вулканических пород (K₂O/Na₂O – SiO₂) метабазиты бассейна р. Кадра попадают в поле натровой вулканической серии, что подтверждает их морской характер (рис. 2, в). Амфиболиты долины р. Тырада, включающие в себя калиево-натровую и калиевую составляющую, возможно, являются результатом вторичного изменения в процессе метасоматоза. По отношению FeO (общее)/MgO к SiO₂ и на диаграмме AFM эффузивы принадлежат к толеитовой вулканической серии (рис. 2, г, б). Исходя из этого, петрохимическая характеристика изучаемых метабазитовых комплексов указывает на их энсиматический характер и подтверждает приуроченность к обстановкам океанических рифтовых зон и областей внутриплитного магматизма, как результат внедрения мантийного плюма.