

РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫЙ МАГМАТИЗМ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА: ЭТАПЫ, ОБЛАСТИ И ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ

Ярмолюк¹ В.В., Кузьмин² М.И.

¹*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва, e-mail: yarm@igem.ru,*

²*Институт геохимии им. А.П.Виноградова СО РАН, г. Иркутск*

Территория Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП) выделяется широким развитием редкометалльной минерализации. Месторождения REE, Ta, Nb, Zr, Be, Sn, Li, Mo, Re и др., в том числе элементов платиновой группы (ЭПГ), формировались, начиная с распада Лавразийской части Родинии (в результате которого во второй половине позднего рифея произошло обособление Сибирского палеоконтинента и заложение Палеоазиатского океана) и до позднего мезозоя включительно. Эти месторождения, как правило, имеют магматическую природу и связаны с массивами глубоко дифференцированных магматических пород разного состава – от ультраосновных-щелочных пород и расслоенного габбро до щелочных и Li-F гранитов. Проявления магматизма этого типа в основном связываются с мантийными плюмами. Геологический эффект взаимодействия последних с континентальной литосферой существенно варьирует. Это позволяет подразделить плюмы, проявленные в геологической структуре ЦАСП, на ряд групп, различающихся также особенностями редкометалльного магматизма и связанного с ними оруденения: 1) суперплюм, вызвавший раскол континентов, 2) крупные плюмы, сопровождаемые трапповым магматизмом и рифтогенезом, 3) крупные плюмы, порождающие рифты и кислые крупные изверженные провинции (LIP), 4) небольшие плюмы, ответственные за образование локальных магматических областей.

Суперплюм, вызвавший распад Родинии и, в частности, отделение Сибири от Лаврентии, сопровождался интенсивным магматизмом в зонах континентального дробления, а также в пределах возникшего между континентами Палеоазиатского океана. Он привел к образованию мощного пояса даек системы Франклин, а также многочисленных массивов щелочных пород, в том числе с карбонатитами, сосредоточенных вдоль краевых участков Сибири и Лаврентии в зоне их раскола. Пояс таких массивов-месторождений прослеживается по южному краю Сибири от Енисейского кряжа (Татарский массив) через юго-западный выступ кратона (Белая Зима, Таган, Жидой) до Алданского щита (Ингили, Арбарастах), имея протяженность более 3000 км. Возраст этих массивов варьирует в интервале 700–640 млн лет. С этой же краевой частью кратона связаны расслоенные массивы основных-ультраосновных пород с Cu-Ni-Pt минерализацией (Барбитайский и Довыренский массивы), сформировавшиеся в том же возрастном интервале.

Крупные плюмы, сопровождаемые трапповым магматизмом и рифтогенезом, действовали в перми–раннем триасе. Результатом их деятельности стали Таримская (раннепермская) и Сибирская (раннетриасовая) трапповые провинции. Таримская провинция к востоку сменяется рифтовыми зонами – Гоби-Тяньшаньской и Главного Монгольского линиамента. В области сочленения рифтовых зон и трапповой провинции широко проявлены массивы расслоенных пикродолеритов и пикритов с Cu-Ni оруденением. В пределах рифтовых зон, кроме того широко развиты массивы щелочных гранитоидов, с которыми часто сопряжена редкометалльная Zr-REE минерализация. Наиболее крупным среди них является Хан-Богдинский массив щелочных гранитов. Сибирская трапповая провинция также сопровождалась зонами рифтогенеза, возникшими одновременно с трапповыми излияниями и сформировавшими Западно-Сибирскую рифтовую систему. Металлогенические особенности этой провинции определили, прежде всего, месторождения с магматическим Cu-Ni-Pt и Fe-Pt оруденением.

Крупные плюмы, породившие кислые *LIP*, сыграли определяющую роль в образовании магматических комплексов позднего кембрия-раннего ордовика, отвечающих аккреционной и постаккреционной стадиям развития каледонид ЦАСП, а также в позднем палеозое-раннем мезозое в ходе формирования зональных магматических ареалов Центрально-Азиатской рифтовой системы.

Позднекембрийская-раннеордовикская кислая LIP охватывает большую часть каледонид ЦАСП и простирается от структур Монгольского Алтая и Кузнецкого Алатау на западе до Витимского плоскогорья на востоке. Она представлена главным образом массивами нормальных гранодиоритов и гранитов, являющихся продуктами корового плавления, а также распределенными среди них многочисленными массивами высоко- и умереннотитанистых габбро, нефелиновых сиенитов, агпаитовых гранитов и сиенитов, щелочных комплексов с карбонатитами, которые формировались при участии мантийного источника. Возраст пород провинции варьирует в интервале 495-460 млн лет. Редкометалльная минерализация связана со щелочными гранитами (массив Арыскан), карбонатитами (комплекс Эдельвейс, Мухальский массив), литий-фтористыми и сподуменовыми гранитами и пегматитами (Ак-Суг, Тастыг). Считается, что образование провинции было связано с аккрецией островодужных комплексов каледонид над мантийным плюмом, который инициировал мантийный магматизм в пределах аккреционного террейна и вызвал массовый коровый анатексис в его пределах.

Зональные магматические ареалы являются важнейшими фрагментами Центрально-Азиатской рифтовой системы. На протяжении перми и раннего мезозоя в ее пределах возникло три крупнейших зональных ареала: Баргузинский, Хангайский и Монголо-Забайкальский. Эти ареалы характеризуются близкими особенностями строения, определяемыми наличием в ядре зонального ареала крупнейших батолитов (с индивидуальным объемом более 500 000 км³) и рифтовых зон по их обрамлению.

Баргузинский зональный магматический ареал образовался в ранней перми практически одновременно с Тарим-Южномонгольской провинцией. Ядро ареала представлено Ангаро-Витимским батолитом, сложенным гранодиоритами, гранитами, монцонитоидами, сиенитами, граносиенитами и лейкогранитами. Возраст пород варьирует преимущественно в диапазоне 305-280 млн лет. Рифтовую периферию ареала образуют Удино-Витимская, Сыннырская, Восточно-Саянская и Сайженская рифтовые зоны. Эти зоны контролируют распределение массивов ультраосновных щелочных пород, калиевых щелочных пород, щелочных гранитов и сиенитов, а в вулканическом варианте – пород базальт-комендитовых ассоциаций, возраст которых оценивается в интервале 300-275 млн лет назад. С этими зонами связаны проявления редкометальной минерализации. Так, Восточно-Саянская редкометалльная зона специализирована на Nb, Ta, Be, Li, Zr, Th, REE (месторождения Улуг-Танзек, Снежное, Зашихинское). В пределах Сыннырской зоны известны редкометалльные (Ta, Nb, Zr, Y, TR) Бурпалинское и Акитское месторождения, связанные с массивами щелочных гранитоидов.

Хангайский ареал возник во второй половине перми. Он включает Хангайский батолит и обрамляющие его с юга и севера Гоби-Алтайскую и Северо-Монгольскую рифтовые зоны. Хангайский батолит сложен гранитоидами нормального и субщелочного рядов с участием многочисленных синплутонических базитовых интрузий. Возраст батолита определяется в интервале 269-243 млн лет. Рифтовые зоны зонального ареала характеризуются развитием бимодальных базальт-трахириолит-пантеллеритовых ассоциаций с участием многочисленных массивов расслоенных габброидов и щелочных гранитоидов. Образование рифтовых зон протекало в интервале 280-250 млн лет назад. С магматизмом этих зон связано образование крупнейшего Cu-Mo порфирирового месторождения Эрденет, Номгонского массива дифференцированных базитов с Cu-Ni-ЭПГ минерализацией, Ta-Nb месторождения Улан-Тологой и ряда других.

Монголо-Забайкальский ареал включает центральный Хентейский батолит и обрамляющие его с севера Западно-Забайкальскую, с юга Северо-Гобийскую и с запада

Хархоринскую рифтовые зоны. Строение рифтовых зон определяют породы бимодальных и щелочно-гранитоидных ассоциаций, с их образованием также связаны массивы литий-фтористых гранитов. Формирование батолита и его рифтогенного обрамления происходило одновременно в интервале 230-190 млн лет. Рифтовая периферия ареала характеризуется высоким редкометалльным потенциалом. Западно-Забайкальская ее часть выделяется как раннемезозойская рифтогенная металлогеническая зона, специализированная на Ве оруденение. В ее пределах сосредоточены месторождения Ермаковское, Оротское, Ауникское, Амандакское, ассоциирующие со щелочными гранитами малокуналейского комплекса. По западной и южной периферии зонального ареала основную металлогеническую роль играют граниты литий-фтористого типа (Абдарский, Жанчивланский, Бага-Газрынский, Онгон-Хаирханский и др., массивы), специализированные на Sn, W, Ta, Nb и др. редкие металлы.

Небольшие плюмы, ответственные за образование локальных магматических областей, действовали на протяжении позднего мезозоя и кайнозоя. В результате их деятельности, сопоставимой с деятельностью мантийных струй типа «hot-finger», возникли отдельные пространственно и структурно обособленные относительно небольшие рифтовые зоны. Для магматизма областей характерно преобладание продуктов основного состава, хотя для ранних стадий их развития типичны редкие проявления карбонатитового магматизма, а также кислого в форме кислых вулканов и гранитоидов А-типа, в том числе щелочных, субщелочных, литий-фтористых, граносиенитов. Металлогения этих областей определяется рудоносным магматизмом широкого спектра состава: встречаются как лейкократовые и Li-F-граниты и их пегматиты, так и щелочные карбонатитсодержащие комплексы пород с щелочными и субщелочными габброидами, сиенитами, ультраосновными и кремнекислыми породами. Характер эндогенной минерализации этих областей имеет ярко выраженную литофильную специализацию (Ta, Nb, W, Mo, Li, Be, Bi, Cu, а также P, F, U).

Общие закономерности распределения редкометалльного магматизма и оруденения во внутриплитных магматических провинциях.

В магматических областях, связанных с суперплюмами, редкометалльные месторождения тяготеют к зонам раскола и ассоциируют с массивами щелочно-основных пород с карбонатитами (Ta, Nb, REE) и расслоенными массивами основных ультраосновных пород (ЭПГ).

В трапповых провинциях преобладают месторождения Cu-Ni-Pt и Fe-Ti-V, локализация которых, по Н.Л.Добрецову с соавторами, определяется центральными частями провинций, а также поясами развития расслоенных базит-ультрабазитовых интрузивов.

В кислых крупных изверженных провинциях, сопряженных с зональными магматическими ареалами, преобладают месторождения редких металлов, редких и редкоземельных элементов. Они связаны с массивами глубоко дифференцированных пород: щелочных гранитов, литий-фтористых гранитов, расслоенных габбро. Структурный контроль в размещении месторождений выполняют зоны рифтогенеза, образующие периферию ареалов.

В областях локализованной внутриплитной активности месторождения редких элементов и металлов тяготеют к вулканическим центрам, контролирующим проявления щелочного или кислого магматизма.

В целом для всех областей можно отметить ареально-очаговый характер размещения оруденения (в отличие от линейно-поясового для субдукционных, островодужных и коллизионных обстановок) и зональное распределение разных типов оруденения относительно центров LIP.