

И. Г. Магакьян, действ. чл. АН Армянской ССР

О металлогенической специализации в некоторых типах тектоно-магматических комплексов

(Представлено 5 VI 1951)

Металлогеническая специализация понимается нами как приуроченность определенных металлов и типов (семейств) руд к различным по составу, глубинности (и др. условиям формирования) магматическим породам. Так, например, говоря о специфически молибденоносных магмах, мы имеем в виду два типа магматических пород и соответственно два наиболее важных, в отношении молибдена, семейства руд:

1) медно-молибденовых, в связи с умеренно-кислыми гипабиссальными интрузиями и 2) кварц-молибденитовых (с W, Sn) в связи с кислыми глубинными интрузиями.

Пространственно эти главные типы молибденоносных пород и два главных типа месторождений молибдена разобщены и проявляются на различных участках и в различные этапы развития крупных структур.

То же самое относится к вольфраму, олову, золоту, меди и другим важнейшим промышленным металлам; для каждого из них можно выделить несколько типов специализированных магматических пород, обогащенных данным металлом и дающих, в зависимости от конкретных условий, различные типы руд этих металлов.

В понятие „тектоно-магматические комплексы“ вкладываются отдельные крупные структурные единицы или части их, с присущими им определенными по составу, времени и месту (относительно развития данной структуры) магматическими породами.

Основная наша задача — попытаться выяснить характер металлогенической специализации отдельных тектоно-магматических комплексов и установить, какие металлы и семейства руд специфичны для определенных типов тектоно-магматических комплексов.

Необходимо сделать ряд оговорок.

Вопрос рассматривается только для гипогенной или магматической в широком смысле минерализации

Мы оперируем главным образом рудными районами с металлогенической верхне-палеозойского и мезо-кайнозойского возраста, т. к. в более древних структурах разобраться пока трудно.

Проблема происхождения магматических пород, гранитоидов в частности, нами не рассматривается—это область исканий петрологов.

Одно только необходимо отметить в связи с последней проблемой. Нельзя согласиться с предлагаемым делением гранитоидов на „самостоятельные“ и „производные базальтовой магмы“ и попыткой связывать с первыми (возникшими в процессе переплавления сиалической оболочки, главным образом песчано-сланцевых толщ)—Sn, W, Mo, Au, а со вторыми—Cu, Pb, Zn, Ag и таким образом объяснять металлогеническую специализацию.

Такая трактовка не вяжется с наблюдаемыми фактами, не в состоянии объяснить обычное сонахождение металлов, характерных якобы для различных типов гранитоидов (Mo и Cu, Sn и полиметаллов, Au и полиметаллов и др.), не может объяснить наблюдаемое обособление Sn и Au (металлов, которые оба характерны якобы для самостоятельных гранитов) и не разрешает вопроса об источнике металлов в „самостоятельных“ гранитах.

Рассмотрим теперь примеры тектоно-магматических комплексов, и попытаемся выяснить для некоторых типов таких комплексов определенные закономерности в металлогенической специализации.

1. Платформы

Сибирская платформа с широким развитием верхне-палеозойских—нижне-мезозойских траппов (эффузивных и интрузивных пород основного состава) с очень типичным медно-никелевым сульфидным оруденением (с примесью Co, Pt и Pd в рудах) и своеобразными железорудными месторождениями типа ангаро-илимских магнетитовых жил. Для более древних платформ и щитов типично аналогичное Cu—Ni оруденение в связи с лакколитообразными и силловыми интрузиями основных пород, с добавлением местами хромитовых концентраций (Ю. Африка) отдельных крупных месторождений самородной меди с цеолитами и кобальт-никель-серебряных месторождений, тесно связанных также с основной магмой (С. Америка).

Кроме того, в пределах древних щитов, в связи с крупными гранитоидными интрузиями, внедрявшимися до консолидации щита, типичны весьма значительные концентрации золота (С. Америка, Бразилия, Индостан, Сибирский щит, Манчжуро-Корейский, Австралийский, Ю. Африканский щиты), урана и тория (С. Америка, Бразилия, Индия), а в связи с более поздними щелочными интрузиями—местами крупные концентрации апатита, ниобия и золота.

II. Геосинклинали

В металлогении, связанной с магматической деятельностью различных этапов развития геосинклинали, можно выделить несколько главных типов тектоно-магматических комплексов с специфическим оруденением.

1. Доскладчатые вулканогенно-осадочные комплексы с субвулканическими интрузиями основного до умеренно-кислого состава.

На Урале комплекс такого типа формировался в силуре-девоне, в средиземноморской зоне (Балканы, Турция, М. Кавказ) в мезо-кайнозойе, в тихоокеанской зоне (Япония, Филиппины) в третичное время.

Здесь, в связи с субвулканическими интрузиями и корневыми частями мощных вулканогенных толщ, типично колчеданное (медное, частью полиметаллическое и баритовое) оруденение с очень крупными месторождениями.

Второстепенное значение имеют своеобразные железорудные (гематитовые) и марганцовые месторождения среди эффузивов и подчиненных им толщ карбонатных пород, очень широко развитые, но обычно небольшого или среднего масштаба.

2. Дискладчатые вулканогенно-осадочные комплексы с лакколито-подобными интрузиями основного состава, хорошо дифференцированных (от габбро и пироксенитов до тылаитов) пород.

Прекрасно развит комплекс этого типа на Северном и Среднем Урале, где возраст его Pz_2 , и в Колумбии (Ю. Америка) и на Аляске, где возраст комплекса мезозойский (меловой).

Оруденение сосредоточено в дунитах и представлено месторождениями самородной платины (с примесью осмия и иридия) в тесной ассоциации с хромитом. Интересно отметить, что платиноносная основная магма, в конечных ультраосновных дифференциатах которой концентрируется промышленное оруденение.

3. Осадочно-вулканогенные комплексы, прорванные интрузиями ультраосновных пород, связанных с ранними этапами складчатости. Широко развиты дуниты и перидотиты и в связи с ними крупные концентрации хромита (без платины или почти без платины). Примеры таких комплексов: Урал (Pz_3 возраста), Балканы, Турция, М. Кавказ (мезо-кайнозойского возраста), Япония, Филиппины, Аляска, Куба (мезо-кайнозойского возраста).

4. Осадочно-вулканогенные комплексы, прорванные интрузиями основных пород, связанных с ранними этапами складчатости. Широко развиты слабо дифференцированные габбро.

Типичная металлогения — железорудные месторождения титан и ванадий содержащих руд.

Хорошо развиты комплексы этого типа на Урале (возраст Pz_3) и в Скандинавии (Pz_1 — Pz_2).

5. Осадочно-вулканогенные комплексы, прорванные умеренно-кислыми гранитоидами ранних этапов складчатости. Широко развиты граниты, гранодиориты, кв. диориты и кв. монзониты с богатым и разнообразным оруденением.

Главные типы месторождений:

а) скарновые месторождения Fe, Cu, Mo, W (шеелита), реже Co, Sn, полиметаллов, мышьяка;

б) месторождения Cu—Mo вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд — главный тип для Cu и Mo;

в) кварц-золоторудные, золото-сульфидные и полиметаллические месторождения;

г) сурьмяные и ртутные месторождения.

6. Складчатые комплексы, прорванные гранитоидами, главным образом кислого состава поздних этапов складчатости.

Главные типы месторождений:

а) пегматиты с редкометальным оруденением;

б) кварц-касситеритовые, вольфрамитовые и молибденитовые месторождения, иногда с примесью более редких металлов;

в) сульфидно-касситеритовые месторождения;

г) полиметаллические месторождения;

д) сурьмяные и ртутные месторождения.

7. Складчатые комплексы, прорванные мелкими интрузиями главным образом умеренно-кислых пород, связанных с поздне-и постскладчатыми движениями вдоль молодых прогибов и разломов, часто у края платформ.

Главные типы месторождений:

а) золото-серебряные (с Te, Se);

б) сурьмяно-ртутные (с W, Au, Ag);

в) мышьяковые (реальгар-аурипигментовые);

г) Co—Ni—Bi—Ag и др.

Этапы развития и пространственное положение этих комплексов в крупных структурах представлены в таблице 1.

Любопытно отметить, что в пределах одних и тех же или однотипных тектоно-магматических комплексов имеются иногда существенные различия в характере металлогенической специализации (в типах месторождений и руд, а не в „валовом составе“ металлогении), зависящие от состава и условий застывания интрузий, состава вмещающих пород и других местных особенностей.

Так, например, на северо-востоке и ЮВ Азии наблюдаются такие соотношения: с глубинными кислыми гранитоидами связаны кварц-касситеритовые, кварц-вольфрамитовые, кварц-молибденитовые месторождения, с гипабиссальными умеренно-кислыми гранитоидами—сульфидно-касситеритовые, в том числе оловяно-полиметаллические месторождения, а с эффузивами кислого состава—небольшие месторождения деревянистого касситерита. Затем, на северо-востоке Азии, где развиты песчано-сланцевые толщи,—месторождения жильные, а в ЮВ Азии в связи с большой ролью карбонатных пород широко развиты скарновые месторождения; при этом в обоих случаях месторождения сульфидно-касситеритовые.

То же самое можно отметить и для медно-молибденовых месторождений: в областях развития изверженных и песчано-сланцевых толщ—оруденение прожилково-вкрапленное и жильное, в районах развития карбонатных пород—скарновое.

Таблица 1

Типы тектоно-магматических комплексов	Пространственное положение	Характер оруденения
I. Платформы с силлами и лакколитами пород основного состава	Платформы и древние щиты	Сульфидные месторождения Cu—Ni руд с примесью Co, Pt, Pd Хромитовые месторождения (местами с Pt) Месторождения Cu и Co—Ni—Ag руд
Более древние, чем породы основного состава, интрузии гранитоидов	" " "	Кварцевые золотоносные жилы Пегматиты с редкими металлами и кварц-касситеритовые месторождения
Наиболее молодые щелочные интрузии	" " "	Месторождения апатита, золота, ниобия
II. Геосинклинальные складчатые области	Внутренние зоны геосинклинальной области	Колчеданные месторождения меди и полиметаллов Эффузивно-осадочные месторождения железа и марганца
1. Доскладчатые эффузивно-осадочные комплексы с субвулканическими интрузиями основного до умеренно-кислого состава		
2. Доскладчатые интрузии габброперидотитов		Гистеромагматические месторождения Pt (Os, Ir, Cr)
3. Интрузии гипербазитов ранних этапов складчатости		Месторождения хромита
4. Интрузии основных пород ранних этапов складчатости		Месторождения Fe—Ti—V руд
5. Интрузии умеренно-кислых пород ранних этапов складчатости		Скарновые месторождения Fe, Cu, Mo, W (шеелита), Co, полиметаллов Месторождения, Cu—Mo руд Золоторудные и золото-сульфидные месторождения Полиметаллические месторождения Сурьмяные и ртутные месторождения Пегматиты с редкометальным оруденением Кварц-касситеритовые, вольфрамитовые, молибденитовые месторождения, иногда с примесью более редких металлов Сульфидно-касситеритовые месторождения Полиметаллические месторождения
6. Интрузии гранитоидов поздних этапов складчатости	Внешние зоны геосинклинальной области	Сурьмяные и ртутные месторождения Золото-серебряные месторождения (с Te, Se) Сурьмяно-ртутные месторождения (с W, Au, Ag) Мышьяковые (реальгар-аурипигментовые) месторождения Co—Ni—Bi—Ag и др. редкометальные месторождения
7. Поздне-и пост-складчатые малые интрузии гранитоидов и щелочных пород	Молодые прогибы и разломы, нередко вдоль края платформ	

Структурная обстановка и главным образом условия застывания интрузий, их глубинность также оказывают большое влияние.

Наиболее яркий пример—Боливия.

В Сев. Боливии с глубинными гранитоидами связаны многочисленные месторождения, располагающиеся зонально вокруг интрузий в следующей последовательности: пегматиты (с минералами W, Sn, Mo), месторождения W, Bi, Sn, полиметаллов, серебра, сурьмы и золота, ртути. В Центральной и частью Ю. Боливии, в связи с резким перегибом здесь Анд и крупными разломами, выводящими магму на поверхность, интрузии представлены субвулканическими и экструзивными телами, с которыми, при том же, что и на севере, общем характере оруденения связаны близповерхностные телескопированные месторождения Sn—W руд сложного состава. Здесь зональность нечеткая, отдельные металлы не обособлены в отдельных месторождениях и даже отдельных минералах, в связи с чем наблюдается обилие минералов сложного состава: станнина, тиллита, цилиндрита, франкеита, сульфосолей серебра и др.

Выяснить с исчерпывающей полнотой причины и закономерности металлогенической специализации пока не представляется возможным. Вероятные причины металлогенической специализации следующие.

1. Наличие ряда различных типов изверженных пород, обособляющихся на некоторой глубине и обогащающихся определенными металлами; определенная последовательность в формировании и внедрении этих пород, выносящих с собою металлы.

Мы давно признаем, что с дунитами и перидотитами тесно связан хром, с габбро-пироксенитами—Ni, Cu, Pt, Pd, с габбро—Fe, Ti, V и т. д. Следует признать, что с умеренно-кислыми гранитоидами связаны Cu, Pb, Zn, Ag, часть Mo, W (шеелит), с натровыми гранитами Au и полиметаллы, с калиевыми гранитами—Sn, W, Mo, Sb, Hg, редкие. Следовательно одна из причин металлогенической специализации—различный состав металлоносных очагов, меняющийся в различные этапы развития крупных структур.

Надо отметить, что даже при однофазном внедрении магмы металлы распределены неравномерно в различных типах пород и в габбро-пироксенитовом комплексе, например, Pt тесно связана с дунитами, а в гранитоидах Sn и W с наиболее кислыми разностями гранитов.

В многофазных комплексах металлогеническая специализация отдельных фаз выступает особенно ярко и характер ее различен.

Надо отметить, что и в таких сложных комплексах оруденение во времени совпадает или близко по времени с внедрением последних порций магмы, причем во времени и в пространстве руды формируются в теснейшей связи с мелкими штоками и дайками—последними дифференциатами металлоносного магматического очага. Эти данные подтверждают наличие в магматическом очаге, наряду и параллельно с магматической дифференциацией, также и металлогенической дифференциации; отделение и вынос металлов имеет место только в опре-

деленные этапы или этап магматической дифференциации, в зависимости от условий застывания интрузива.

Одни фазы внедрения интрузий сопровождаются выносом газово-водных эманаций и металлоносны, другие — бесплодны.

2. Вторая причина металлогенической специализации — различный (в зависимости от глубинности, тектонической и литологической обстановки) ход дифференциации магматических очагов одинакового петрохимического и металлогенического характера.

При этом общий, валовой, так сказать, состав месторождений сохраняется в целом для области, меняются лишь типы месторождений.

Так, в обстановке развития глубинных гранитоидных интрузий состав руд простой, металлы обособлены друг от друга, характерна зональность. В гипабиссальных и в особенности в приповерхностных условиях — руды сложного состава, месторождения телескопированные, зональность выражена слабо.

В обстановке развития песчано-сланцевых и изверженных пород преобладают жильные и прожилково-вкрапленные месторождения, при условии широкого развития карбонатных толщ — скарновые месторождения.

Выводы: 1. С определенными по составу и условиям формирования типами изверженных пород связаны определенные металлы и семейства руд.

2. Различные по химизму, глубинности, условиям дифференциации магматические породы характерны для различных тектоно-магматических комплексов и формируются в различные этапы развития и пространственно на различных участках крупных структур.

3. Для однотипных тектоно-магматических комплексов различных эпох и металлогенических провинций намечаются общие закономерности в образовании, в связи с ними, определенных типов руд.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

2. 4. ՍԱՂԱՔՅԱՆ

Տեկտոնո-մագմատիկական կոմպլեքսների որոշ անսակնեցում մետալոգենիկական տառանցման հատկությունների մասին

Մետալոգենիկական առանձնահատկություններ ասելով հասկանում ենք որոշ մետաղների և հանքանյութի տեսակների (ընտանիքների) պատկանելիությունը տարրեր կազմություն, խորություն (և ձևավորման այլ պայմաններ) ունեցող մագմատիկական ապարներին:

Տեկտոնո-մագմատիկական կոմպլեքսներ հասկացողության մեջ մտնում են առանձին խոշոր սարուկտուրային միավորներ, կամ նրանց մասերը, որոնց համար յուրահատուկ են տարրեր կազմության, ժամանակի և տեղի (տվյալ սարուկտուրայի զարգացման նկատմամբ) մագմատիկական ապարներ:

Հիմնական խնդիրն է՝ փորձել պարզելու առանձին տեկտոնո-մագմատիկական կոմպլեքսների մետալոգենիկական առանձնահատկությունների բնույթը և որոշել, թե ինչպիսի

մետաղներ ու հանքանյութի ընտանիքներ են յուրահատուկ առանձին տեկտոնո-մագմատիկական կոմպլեքսների համար:

Մետալոգենիական առանձնահատուկությունների հավանական պատճառներն են.

1. Տարբեր տիպի հրային ապսոնների առկայությունը, որոնք որոշ խորություն վրա առանձնանում և հարստանում են որոշակի մետաղներով:

Մագմատիկական դիֆերենցիացիայի հետ զուգահեռ տեղի է ունենում մետալոգենիական դիֆերենցիացիա, որի ընթացքում մետաղների բաժանումը և տեղափոխումը կատարվում է որոշ էտապներում. ինտրուզիաների ներգրման որոշ ֆազաներն ուղեկցվում են մետաղների տեղափոխումով՝ ուրիշները անստուգ են:

2. Միևնույն պետրոքիմիական և մետալոգենիական մագմատիկական օջախների դիֆերենցիացիայի տարբեր ընթացքը (կախված ղեղղղիական պայմաններից), պահպանելով շրջանի մետալոգենիական համախառն կազմությունը, ազդում է տարբեր տեսակի հանքավայրերի ձևավորման վրա:

Եզրակացություններ՝

1. Որոշակի կազմության և ձևավորման պայմաններ ունեցող հրային ապսոնների տեսակների հետ կապված են որոշակի մետաղներ և հանքանյութի ընտանիքներ:

2. Առանձին տեկտոնո-մագմատիկական կոմպլեքսներում, նրանց զարգացման առանձին էտապներում, տարածության մեջ առանձնանալով, ձևավորվում են մագմատիկական ապսոններ, որոնք տարբերվում են քիմիական կազմությամբ, ձևավորման խորությունով և դիֆերենցիացիայի պայմաններով:

3. Տարբեր ժամանակաշրջանների և զանազան մետալոգենիական պրովինցիաների նույնատիպ տեկտոնո-մագմատիկական կոմպլեքսների համար նկատվում են որոշ տեսակի հանքանյութերի ձևավորման ընդհանուր օրինաչափություններ:

ЛИТЕРАТУРА--ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Ю. А. Билибин, Изв. АН СССР, серия геол., № 4, 1948. ² И. Г. Магакьян, Главные промышленные семейства и типы руд. Зап. ВМО, ч. 79, вып. 4, 1950. ³ С. С. Смирнов, Изв. АН СССР, серия геол., № 2, 1946. ⁴ С. С. Смирнов, О современном состоянии теории образования магматогенных рудных месторождений. Зап. ВМО, ч. 76, вып. 1, 1947. ⁵ П. М. Татаринов и И. Г. Магакьян, Опыт классификации постмагматических месторождений. Зап. ВМО, ч. 78, вып. 3, 1949.