

ГЕОЛОГИЯ

И. Г. Магакьян

Металлогенические пояса и некоторые
закономерности металлогенической специализации

К категории законов, отражающих объективные процессы, относятся законы геологические и, в числе их, закономерности образования и распределения месторождений полезных ископаемых в земной коре.

Геологи не могут изменить или отменить эти закономерности, но они могут и должны познать их и пользоваться ими для прогнозных оценок и направления поисковых работ.

В науке „Учение о месторождениях полезных ископаемых“ основными являются две проблемы:

1. Происхождение месторождений полезных ископаемых, условия их образования, т. е. проблема генезиса м-ний, и
2. Закономерности, управляющие локализацией полезных ископаемых в земной коре, т. е. проблема минерагении (металлогении).

Над первой проблемой геологическая мысль работает на протяжении многих веков и все-таки далеко не все здесь ясно; много спорного до сих пор в важнейших вопросах о характере связи эндогенных месторождений с магматическими очагами, о характере рудоносных растворов, типе соединений, в которых переносятся металлы о причинах движения растворов и выпадения из них металлов [8].

Что касается второй проблемы—изучения закономерностей локализации оруденения в тех или иных участках земной коры, надо отметить, что начала она разрабатываться совсем недавно, в последнее десятилетие, советскими учеными.

Основоположниками этого нового плодотворного направления явились прежде всего покойный академик С. С. Смирнов, его товарищи по работе—чл.-корр. АН Ю.А. Билибин, академик Д. И. Щербазков и др. Детальные работы по этой проблеме, сопровождавшиеся составлением металлогенических карт, проведены также в ИГН АН Арм. ССР под руководством автора настоящей статьи. В результате этих работ были выделены и описаны важнейшие металлогенические пояса земной коры—Тихоокеанский, Средиземноморский, Уральский, установлены различия в характере металлогении внешних (приплатформенных) и внутренних зон поясов, разграничены платформенный и геосинклинальный типы оруденения [1, 5, 7]. Более того, наметилась

закономерная связь определенных типов месторождений с отдельными тектоно-магматическими комплексами, возникающими в различные этапы развития крупных структурных единиц и обособляющимися пространственно.

Оруденение, металлогения, рассматривается как сложная функция структурного, магматического и литолого-стратиграфического факторов, действующих нередко совместно и определяющих локализацию и тип месторождений полезных ископаемых.

На базе отмеченных работ были сделаны первые попытки составления металлогенических карт, и начала разрабатываться методика составления карт прогнозов, имеющих огромное научное и прикладное значение.

Если обратиться к мировой карте месторождений полезных ископаемых, то даже на картах мелкого масштаба сразу бросается в глаза неравномерное и на первый взгляд как будто беспорядочное, незакономерное распределение месторождений в земной коре: участки с густым расположением месторождений сменяются почти пустыми, значки отдельных видов полезных ископаемых обособляются и концентрируются на небольших или узких участках, совершенно отсутствуя на соседних огромных пространствах.

Может быть распределение месторождений является случайным, может быть, как думают иногда, неравномерность эта объясняется различной степенью изученности отдельных территорий и там, где сейчас нет месторождений будут открыты новые?

Конечно, новые месторождения будут найдены и некоторое число их обнаруживается ежегодно, однако эти новые находки не нарушают существующие закономерности, подчиняются им.

Распределение месторождений отдельных типов в земной коре не является ни случайным, ни зависящим от субъективного фактора — степени изученности территорий. Такие страны, например, как Чили, Боливия и Бразилия изучены примерно одинаково, однако на территории их развито резко различное оруденение: Чили — страна меди, Боливия — олова, вольфрама и сурьмы, Бразилия — страна метаморфенных месторождений железа и марганца, древних высокотемпературных месторождений золота и пегматитов с редкими металлами.

Эти различия, как увидим далее, связаны с различным положением территорий этих стран относительно крупных структурных единиц земной коры: Бразилия располагается почти целиком в пределах Ю. Американского щита, Чили и Боливия — на отрезке Тихоокеанской складчатой зоны и металлогенического пояса, причем Чили — во внутренней, а Боливия во внешней частях пояса.

Вообще следует подчеркнуть, что при всей кажущейся беспорядочности в распределении месторождений, они образуют пояса и узлы, подчиненные крупным структурным единицам — геосинклинальным складчатым областям и щитам или платформам.

Характер минерализации (металлогения) складчатых областей, с об-

ной отороны, и щитов-платформ, с другой, существенно различается, в связи с отличиями в геологической истории развития этих крупных форм земной коры и, повидимому, *специфическими особенностями минерализации докембрийской эпохи*, игравшей решающую роль при формировании щитов и платформ.

* * *

Важнейшими щитами-платформами являются: Канадский, Бразильский, Африканский, Восточно-европейский (Русский), Сибирский, Манчжуро-Корейский, Индийский, Австралийский.

Конечно, в металлогении, как и в истории развития отдельных щитов, есть свои особенности и отличия, но в основном характерна *однотипная металлогения*, специфичная и во многом отличающаяся от металлогении складчатых геосинклинальных зон.

Здесь характерны:

- 1) метаморфогенные месторождения Fe, Mn, (Au): последнее для Африканского щита,
 - 2) редкометалльные пегматиты (с Be, Ta, Nb, U, Th, Sn, Mo и др.),
 - 3) высокотемпературные месторождения Au и Sn,
 - 4) месторождения U (Канада, Африка, Бразилия и др.),
 - 5) остаточные и осадочные платформенного типа месторождения Fe, Mn, Al, а также, местами, в связи с более поздними прогибами, разломами и внедрением гипербазитов, основных и щелочных магм (Африка, Сибирский щит, Скандинавия, Канада),
 - 6) месторождения хромита,
 - 7) месторождения Ni (с Cu, Pt, Pd, Co),
 - 8) месторождения апатит-магнетитовых и нефелин-apatитовых руд.
- Эпизодическими являются Co—Ag, Cu—цеолитовые, халькопирит-борнитовые (с Cu) руды типа медистых песчаников Катанги и С. Родезии, колчеданные руды.

Надо подчеркнуть, что ряд перечисленных типов: *метаморфогенные м-ния Fe, Mn, Au* и месторождения Cu—Ni сульфидных руд характерны *только* для щитов-платформ.

С другой стороны, многие важные типы месторождений, такие как: сульфидно-касситеритовые, золото-серебряные, сурьмяно-ртутные, медно-молибденовые совершенно отсутствуют здесь.

Неясно только подвергались ли они позднейшей эрозии или изначально отсутствовали в пределах этих структур; мы склоняемся скорее к последнему предположению.

Щиты и платформы дают: 2/3 мировой добычи Fe, 3/4 мировой добычи Au и Pt, 9/10 добычи Ni, Co, U, почти весь Th, Be, Ta, Nb, Zr, 1/3 добычи Mn, 1/4 добычи Cu и Cr (цифры добычи без СССР).

Важнейшими геосинклинальными складчатыми зонами являются: Тихоокеанская и Средиземноморская, сформированные в основном в мезокайнозойе и частью в верхнем палеозойе, и Уральская, сформированная в течение палеозоя.

Им соответствуют одноименные металлогенические пояса.

И опять, несмотря на местные специфические отличия, для всех трех поясов типичны не только одни и те же металлы и семейства (Формации) руд, но также сходные условия образования руд и *одинаковый и закономерный порядок* их формирования во времени и пространстве, подчиненный закономерностям развития самих складчатых зон.

Здесь очень характерны осадочные приплатформенные м-ния Fe, Mn, Al, различные остаточные м-ния (тех же металлов и Ni), а также разнообразное эндогенное оруденение, которое развивается обычно в такой последовательности отдельными этапами:

- 1) с доскладчатыми субвулканическими интрузиями и эффузивами—колчеданное (медное и полиметаллическое оруденение),
- 2) с доскладчатыми габбро-пироксенитами—платина,
- 3) с гипербазитами ранних этапов складчатости—хромит,
- 4) с габбро ранних этапов складчатости—титаномagnetит,
- 5) с умеренно-кислыми гранитоидами средних этапов складчатости следующая серия м-ний:

- а) скарновые месторождения Fe, Cu, W (шеелита), Pb, Zn, As,
- б) медно-молибденовые месторождения,
- в) полиметаллические и золото-сульфидные месторождения,
- г) сурьмяно-ртутные месторождения.

Эти первые пять этапов развиты во внутренних частях металлогенических поясов и характерны для Балкан, Малой Азии, Японии, Филиппин, Зап. штатов США, Чили, Перу.

6) С кислыми и умеренно-кислыми гранитоидами поздних этапов складчатости связана такая серия месторождений:

- а) пегматитовые месторождения с редкими металлами,
- б) кварц-касситеритовые, вольфрамитовые, молибденитовые м-ния,
- в) золоторудные и золото-сульфидные месторождения,
- г) полиметаллические месторождения,
- д) сурьмяно-ртутные месторождения.

Этот этап развит во внешних частях металлогенических поясов и характерен для С. Испании и Португалии, Корнуолла, Рудных гор и особенно для СВ и ЮВ Азии, Боливии, С. Аргентины.

7) С поздние- и постскладчатыми субвулканическими интрузиями от кислого до умеренно-кислого состава связаны следующие месторождения:

- а) медно-турмалиновые (с Au, Mo, As, Sn),
- б) медно-оловянные,
- в) золото-серебряные (с Te, Se),
- г) мышьяковые (реальгар-аурипигментовые).

Пространственно этот последний этап приурочен к молодым прогибам и разломам, которые часто проходят по границе платформ и складчатых областей, захватывая и их периферические части.

Таким образом, отдельные тектоно-магматические комплексы, возникающие в пределах крупных структур и в различные этапы их развития обособлены, как правило, также и в пространстве, располагаясь на отдельных участках крупных структурных единиц.

В связи с этим, пространственно обособлены и различные типы месторождений.

При этом всегда имеет место тесная взаимосвязь и взаимообусловленность структур, магматизма и эндогенного оруденения.

Внутри крупных структур или зон их (внутренней, внешней) могут быть выделены более дробные, подчиненные им единицы — рудные пояса и районы со своей *спецификой* структуры, магматизма и минерализации.

В одном конкретном случае, например, на относительно небольшой территории в десятки тысяч *кв. км* могут быть четко выделены, в пределах отрезка внутренней части Средиземноморского пояса, такие разновозрастные и разнородные комплексы, как: 1) юрский вулканический с колчеданным оруденением, 2) верхнемеловой-эоценовый с гипербазитами и хромитом (подчиненный глубинному разлому), 3) миоценовый в пределах антиклинория с гранитоидными интрузиями и медно-молибденовым оруденением, 4) плиоценовый с субвулканическими интрузиями и экструзиями дацитов вдоль молодых разломов, контролирующих сурьмяно-ртутное, мышьяковое (реальгар-аурипигментовое) и золоторудное с теллуридами оруденение.

Далее, детальное изучение центрального антиклинория с $Cu-Mo$ оруденением показывает, что в пределах этой структуры и рудного пояса, по простираанию его, уже на протяжении десятков *км* характер оруденения также имеет свою специфику, в зависимости от погружения или воздымания оси структуры (антиклинория) и глубины эрозионного среза; в местах воздымания оси и глубокой эрозии вскрыты крупные гранитоидные массивы и интенсивное $Cu-Mo$ оруденение с подчиненным ему $Pb-Zn$, в местах погружения структуры и слабой эрозии — обнажены малые интрузии верхнего структурного яруса, $Pb-Zn$ оруденение с подчиненным ему и тесно связанным с ним более ранним и глубинным $Cu-Mo$ оруденением.

В разбираемом конкретном случае специфика металлогении тесно связана не только с тектоно-магматическим фактором; эндогенное оруденение контролируется и обособляется в тесной связи также с литолого-стратиграфическими особенностями района.

Так, не случайна, а вполне закономерна локализация колчеданного оруденения (Cu и $Pb-Zn$) в стратиграфически хорошо выдержанном горизонте среднеюрских порфиритов, или Mn оруденения в верхнемеловых вулканогенно-осадочных толщах; в обоих случаях специфика и литолого-стратиграфический контроль оруденения определяются генетической связью оруденения с корневыми частями тех вулканогенных толщ, которые являются рудовмещающими.

В пределах трех выделенных мировых металлогенических поясов

крупные промышленные концентрации дают Fe, Mn, Al (осадочные геосинклинального типа), магматические месторождения Cr и Pt, различные гидротермальные м-ния редких, цветных и благородных металлов. Геосинклинальные складчатые зоны дают в сумме: 2/3 мировой добычи Mn, 1/3 Fe, 3/4 Al, Cr, Cu, почти всю добычу таких важнейших металлов, как Mo, Sn, W, Pb, Zn, Sb, Hg, Ag и только 1/4 мировой добычи Au (добыча без СССР).

* * *

Все же, при общих для всех складчатых зон закономерностях развития металлогении, разновозрастные структуры существенно отличаются в количественном развитии отдельных металлов и типов месторождений, что не может быть объяснено сколько-нибудь удовлетворительно только эродированностью некоторых типов месторождений в более древних структурах.

Так, осадочные руды Fe характерны в основном для S_{1-2} и V -Cr эпох, Mn — для олигоцена (!), бокситовые руды для Pz_2 и Cr_2 -Еос.

Среди эндогенных м-ний для палеозоя особенно характерны: Cr, Pt, (Au, Cu), для киммерийской эпохи: Sn, W, Pb, Zn, Au, Sb, для альпийской эпохи: Cu, Mo, Ag, Hg.

Причины такой специализации по эпохам во многом пока неясны. Объяснение общего характера, которое можно высказать, применительно к эндогенным м-ниям, следующее: металлогения не связана с единым магматическим поясом или подкорвым очагом, а обязана возникновению в отдельные эпохи разрозненных магматических очагов различного состава, возникавших как результат расплавления отдельных, отличных по глубине и составу участков земной коры.

Во всяком случае металлогеническая специализация, несомненно имеющая место, лучше всего объясняется не с позиции единого базальтового пояса (?) и базальтовой магмы (Боуэн, Ниггли), а с точки зрения выделения трех, по крайней мере, основных магматических комплексов — гранитоидного, базальтоидного и гипербазитового, возникающих одновременно, в различных условиях (структурах) и образующих локально обособленные местные очаги (В. Н. Лодочников, П. Н. Кропоткин, Ю. А. Кузнецов и др.).

Таким образом, обобщая изложенный материал, можно наметить некоторые объективные закономерности металлогенической специализации, пока слабо изученные, но несомненно существующие и активно действующие.

Тип, характер минерогении (металлогении) данной территории зависит от следующих факторов:

Во-первых, от положения ее в пределах крупных структур земной коры (щиты, складчатые зоны) или частей их (внутренние и внешние зоны).

Во-вторых, от принадлежности к определенному этапу развития

этой зоны или части структуры (тектоно-магматические комплексы внутри отдельных зон, или разломы на щитах).

В-третьих, внутри тектоно-магматического комплекса—от погружения и воздымания оси структуры (антиклинория, например), от глубины эрозионного среза, вскрывающего различные ярусы магматических очагов и соответственно оруденения.

В-четвертых, наконец, специфика оруденения тесно связана с местными литолого-стратиграфическими и структурными особенностями (колчеданы и Мп в толщах эффузивов, скарны и метасоматические м-ния в карбонатных толщах, прожилково-вкрапленные и жильные—в интрузивных массивах и песчаниково-сланцевых толщах, телескопированное оруденение в близповерхностных условиях).

Закономерное распределение оруденения в пределах крупных структур, обособление и изменение его в пространстве и во времени в связи с отдельными типами тектоно-магматических комплексов, имеют не только общее научное значение, но должны приобрести и большое практическое значение для прогнозной оценки перспектив крупных регионов и направления поисковых работ.

Необходимо при этом учитывать, что при общих закономерностях развития, *однотипные, но разновозрастные* комплексы имеют и существенные *специфические отличия* в металлогении, ибо развитие земной коры шло сложным путем, представляет необратимый процесс, тесно связанный с общим поступательным развитием Земли.

Материализм базируется на признании развития и круговорота материи. Надо, однако, помнить, что круговорот *не есть* простое повторение.

Институт геологических
наук АН Армянской ССР

Поступило 13 X 1953

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Билибин Ю. А. Вопросы металлогенической эволюции геосинклинальных зон. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1948.
2. Кропоткин П. Н. Современные геофизические данные о строении Земли и проблема происхождения базальтовой и гравитной магмы. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1953.
3. Кузнецов Ю. А. К проблеме происхождения магматических пород. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1953.
4. Мазакьян И. Г. Главные промышленные семейства и типы руд. Зап. Всес. минер. общ., № 4, 1950.
5. Мазакьян И. Г. О металлогенической специализации в некоторых типах тектоно-магматических комплексов. Зап. Всес. мин. общ., № 3, 1952.
6. Смирнов С. С. Очерк металлогении Восточного Забайкалья, 1944.
7. Смирнов С. С. О Тихоокеанском рудном поясе. Изв. АН СССР, сер. геол., № 2, 1946.
8. Смирнов С. С. О современном состоянии теории образования магматогенных рудных месторождений. Зап. Всес. мин. общ., вып. 1, 1947.
9. Щербатов Д. И. Принципы и методика составления металлогенической карты. Сов. геология, № 5, 1945.

Հ. Գ. Մագարյան

ՄԵՏԱԼՈԳԵՆ ԳՈՏԻՆԵՐԸ ԵՎ ՄԵՏԱԼՈԳԵՆԻԱԿԱՆ ՄԱՍՆԱԳԻՏԱՑՄԱՆ ՈՐՈՇ ՕՐԻՆԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

1. Երկրի կեղևում մետաղների արդյունաբերական կուտակումները բաշխված են անհավասարաչափ, առաջացնելով գոտիներ կամ հանգույցներ, որոնք ենթակա են խոշոր ստրուկտուրային միավորների՝ գեոսինկլինալների և վահանների:

2. Վահանների և գեոսինկլինալների մետալոգենիայի բնույթը տարբեր է, կապված նրանց զարգացման գեոլոգիական պատմության (մագմատիզմի պրոցեսների, նստվածքների կուտակման և մետամորֆիզմի) տարբերության հետ:

3. Վահանների համար բնորոշ են՝ Fe-ի, Mn-ի, Au-ի մետամորֆոզեն հանքավայրեր, Cu—Ni-ի սուլֆիդային լիվիացիոն հանքավայրեր, պեղմատիտներ և կվարցային երակներ՝ Sn, W, U, Th, Au, Be, Ta, Nb պարունակող, ինչպես նաև U-ի, Cu-ի, Co-ի հիդրոթերմալ, երբեմն էլ Cr-ի և Pt-ի մագմատիկական հանքավայրեր:

4. Գեոսինկլինալային ծալքավոր զոնաների համար շատ բնորոշ են Fe, Mn, Al, նստվածքային հանքանյութերը և ինդոզեն հանքավայրերը, որոնք ձևավորվում են տարբեր պայմաններում և սոլորաբար որոշ հերթականությամբ՝ ա) կոլչեզանային հանքանյութեր, բ) պլատին, գ) քրոմիտ, դ) տիտանումազնետիտ, ե) Fe, Cu, W, Mo և այլ սկանդային, հիդրոթերմալ Cu—Mo, Au սուլֆիդային, բազմամետաղային, անթիմոն-սնդիկային հանքավայրեր, ժ) պեղմատիտներ հազվագյուտ մետաղների հետ՝ Sn, W, Mo, Au, Pb, և Zn, Sb և Hg հիդրոթերմալ հանքավայրեր:

5. Հանքավայրերի աիպերի և առանձին մետաղների քանակական զարգացմամբ տարբեր հասակի նույնատիպ ստրուկտուրաները էապես տարբերվում են միմյանցից, որը պետք է բացատրել ոչ միայն էրոզիայի զգալի դերով հնագույն ստրուկտուրաներում, այլև տարբեր մետալոգենիական դարաշրջանների հանքայնացման առանձնահատկություններով:

Վահանների և ծալքավոր զոնաների մետալոգենիայի զանազանությունը հիմնականում նույնպես բացատրվում է մինչքեմրոյան դարաշրջանի մետալոգենիայի սպեցիֆիկայով և վահանների-պլատինումների հետագա զարգացման առանձնահատկություններով:

6. Գոյություն ունեն մետալոգենիական մասնագիտացման օրյեկտիվ օրինաչափություններ. որևէ շրջանի մետալոգենիան կախված է հետևյալ ֆակտորներից՝

ա) շրջանի դիրքից՝ երկրի կեղևի խոշոր ստրուկտուրաների սահմաններում (վահաններ, ծալքավոր զոնաներ) կամ նրանց մասերում (նեյֆին և արտաքին զոնաներ, խորը ջարդվածքներ),

բ) այդ ստրուկտուրաների զարգացման այս կամ այն փուլին կամ նրանց մասերին պատկանելությունից: Այս փուլերին հատուկ որոշ անկ-

տանո-մագմատիկական կոմպլեքսները, նստվածքների կուտակման և մետամորֆիզմի պրոցեսները պայմանավորում են և հանքայնացումը,

դ) երոզիոն կտրվածքի խորութիւնից և ստրուկտուրաների առանցքների խորասուզման կամ բարձրացման բնույթից, որոնք ամբողջութեամբ վերցրած պայմանավորում են մագմատիկական օջախների և համապատասխանաբար՝ հանքայնացման տարրեր հորիզոնների մերկացման աստիճանը երկրի մակերևույթի վրա,

զ) տեղամասի լիթոլոգո-ստրատիգրաֆիական և ստրուկտուրային առանձնահատկութիւններից, որոնք պայմանավորում են հանքավայրի տեղադրումը, հաճախ նաև տիպը.

Հանքայնացման օրինաչափ տեղարաշխումը խոշոր ստրուկտուրաների սահմաններում, նրա տարրեր ախպերի անջատումը ժամանակի և տարածութեան մեջ, կապված տեկտոնո-մագմատիկական կոմպլեքսների առանձին ախպերի, նստվածքների կուտակման և մետամորֆիզմի պրոցեսների հետ, ունեն ոչ միայն ընդհանուր գիտական արժեք, այլև այդ օրինաչափութիւնները պետք է ձեռք բերեն մեծ կիրառական նշանակութիւն խոշոր շրջանների հանքայնացման հեռանկարները կանխորոշելու և որոնման աշխատանքները նպատակասլաց դարձնելու համար: