

В. И. Смирнов
ЧЕРКИ
МЕТАЛЛОГЕНИИ

Госгеолтехиздат

В. И. СМИРНОВ

ОЧЕРКИ МЕТАЛЛОГЕНИИ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЕ НЕДР
МОСКВА 1963



ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга составлена на основе лекций, прочитанных автором на геологическом факультете Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Книга представляет серию очерков по металлогенезу отдельных рудных провинций Советского Союза, которым предшествует глава с освещением общих принципов металлогенического анализа. Работа завершается разделом об общей эволюции эндогенного рудообразования на территории нашей страны от древнейших до самой юной эпохи.

При подготовке этой книги к печати автор стремился использовать как свой личный опыт по изучению рудных месторождений отдельных районов СССР, так и опубликованную литературу. Однако надо иметь в виду известные трудности, возникшие при составлении настоящей работы: во-первых, ограниченный опыт по составлению аналогичных обзоров как в нашей стране, так и за рубежом, во-вторых, существенное отставание в публикации сведений по рудным месторождениям нашей страны от скоростных темпов их разведки и освоения. Все это не могло не наложить отпечатка неравномерного освещения характера металлогенеза отдельных провинций, особенно тех из них, которые меньше других известны автору по личным впечатлениям.

Наиболее сложным моментом любого металлогенического анализа является проблема геологического возраста большого ряда формаций изверженных пород и значительной серии эндогенных месторождений в большинстве провинций нашей страны. По этой проблеме ведутся дискуссии между различными группами геологов. Мы в этих спорных вопросах примыкали к тем взглядам, которые представлялись нам наиболее аргументированными и правдоподобными. Однако это не исключает возможных ошибок в распределении некоторых групп месторождений по эпохам и стадиям оруденения. Автор при последующей работе в области металлогенеза СССР с благодарностью учит все новые данные и замечания, направленные к уточнению хро-

нологической группировки рудных месторождений и характеристики условий их образования. Помимо всего прочего, надо иметь в виду, что данная работа представляет собой изложение материала по достаточно сложной проблеме закономерностей формирования и размещения рудных месторождений, предназначенное в первую очередь для студентов, т. е. для лиц, впервые сталкивающихся с этой проблемой и не искушенных ее противоречиями. Поэтому иногда приходилось сознательно обобщать данные по особенностям образования и размещения эндогенных месторождений, чтобы вскрыть генеральную линию металлогении, освобожденную от второстепенных, частных деталей.

В книге рассматриваются по преимуществу региональные проблемы эндогенного оруденения; экзогенная металлогенез затрагивается слабо. Дело будущего расширить настоящую работу за счет включения в круг рассматриваемых вопросов эпох экзогенного рудообразования и особенностей размещения созданных при этом месторождений.

Автор выражает признательность А. А. Богданову, Г. А. Соколову и Г. Ф. Яковлеву за их ценные замечания по материалам к этой книге; важные замечания по рукописи этой работы дал в свое время Н. С. Шатский.

ВВЕДЕНИЕ

В этой вводной главе освещаются общие принципы, положенные автором в основу характеристики металлогенических провинций территории Советского Союза.

Для формирования взглядов на методы металлогенических исследований, кроме личных работ автора, большое значение имели труды Х. М. Абдуллаева, Ю. А. Билибина, Е. Е. Захарова, В. А. Кузнецова, Ю. А. Кузнецова, И. Г. Магакьяна, В. А. Николаева, Е. А. Радкевич, А. И. Семенова, В. И. Серпухова, С. С. Смирнова, Е. Т. Шаталова и других геологов.

Металлогеническое районирование территории СССР. Металлогеническое районирование нашей страны оказалось целесообразным произвести по принципу оконтуривания площадей развития месторождений определенной эпохи. Такой подход не исключает возможности районирования на основе выделения преобладающего развития тех или иных типов геологических структур, рудных формаций, месторождений отдельных металлов или групп их. Однако при выделении рудных провинций мы сочли возможным принять во внимание вышеуказанный фактор, учитывающий зоны распространения эндогенных месторождений определенной металлогенической эпохи.

На территории СССР проявлено в той или иной степени оруденение семи металлогенических эпох: альпийской, киммерийской, герцинской, каледонской, синийской, протерозойской и архейской (или архейских).

Автор отдает отчет в том, что время, интенсивность и характер одних и тех же эпох складчатости, связанного с ними магматизма и эндогенного оруденения различно для разных частей нашей страны. И это по возможности учтено при дальнейшем изложении материала по региональной рудоносности СССР. Наиболее затруднительным оказалось выделение байкальской (синийской, рифейской, ассинтской) металлогенической эпохи из-за отсутствия конкретного материала по рудным месторождениям этого времени; поэтому самостоятельные провинции этой эпохи в настоящей работе не показаны.

Эндогенное оруденение последующих металлогенических эпох, будучи всегда эпигенетическим по отношению к оруденению предшествующих эпох, накладывается на площади распространения ранее образованных месторождений, создавая зоны развития месторождений разного возраста. В связи с этим оказалось уместным определять рудные провинции на основе выделения площадей распространения месторождений завершающей эпохи эндогенного оруденения. В этом случае в их пределах будут намечаться зоны распространения предшествующего и наложенного на него молодого оруденения, которое надо оконтуривать отдельно. Площади распространения юного оруденения, наложенного на участки древних платформ, целесообразно отмечать особо. Схема металлогенического районирования территории СССР, составленная по этому принципу, показана на рис. 1.

При таком подходе могут быть выделены провинции альпийского, киммерийского (мезозойского), герцинского, каледонского и протерозойского-синийского оруденения. Следует отметить, что контуры этих провинций не вполне совпадают с контурами складчатых зон, изображенных по возрасту складчатости на тектонической карте СССР масштаба 1 : 5 000 000, составленной А. А. Богдановым, Н. А. Беляевским, М. В. Муратовым и другими под руководством Н. С. Шатского. Это происходит потому, что формирование некоторой части важных эндогенных месторождений на больших площадях рудных провинций происходило в постскладчатое время и даже в последующую эпоху в связи с явлениями повторной тектонической и магматической регенераций, например, в Центральном Казахстане, северной части Средней Азии, на Дальнем Северо-Востоке и в других регионах. Поэтому тектоническая карта СССР может быть широко использована при металлогеническом районировании нашей страны, но с некоторой ее трансформацией.

С учетом изложенного среди площадей распространения эндогенного оруденения в СССР выделяются следующие рудные провинции:

I — Альпийские: 1) Дальний Северо-Восток, 2) Кавказ, 3) Карпаты; к ним принадлежат также Копет-Даг и Памир. Узкую зону альпийского оруденения Дальнего Востока удобнее характеризовать вместе с мезозойской провинцией Забайкальско-Приморской области.

II — Киммерийские: Забайкальско-Приморская (Монголо-Охотский пояс с его Приморским ответвлением).

III — Герцинские: 1) Урал, 2) Казахстан, 3) Средняя Азия; к ним относятся также Донбасс, Новая Земля, Таймыр, Томь-Колыванская зона.

IV — Каледонские: Алтай-Саянская область.

V — Протерозойские и синийские: 1) Южная часть Сибирской платформы, 2) Балтийский щит, 3) Украинский щит.

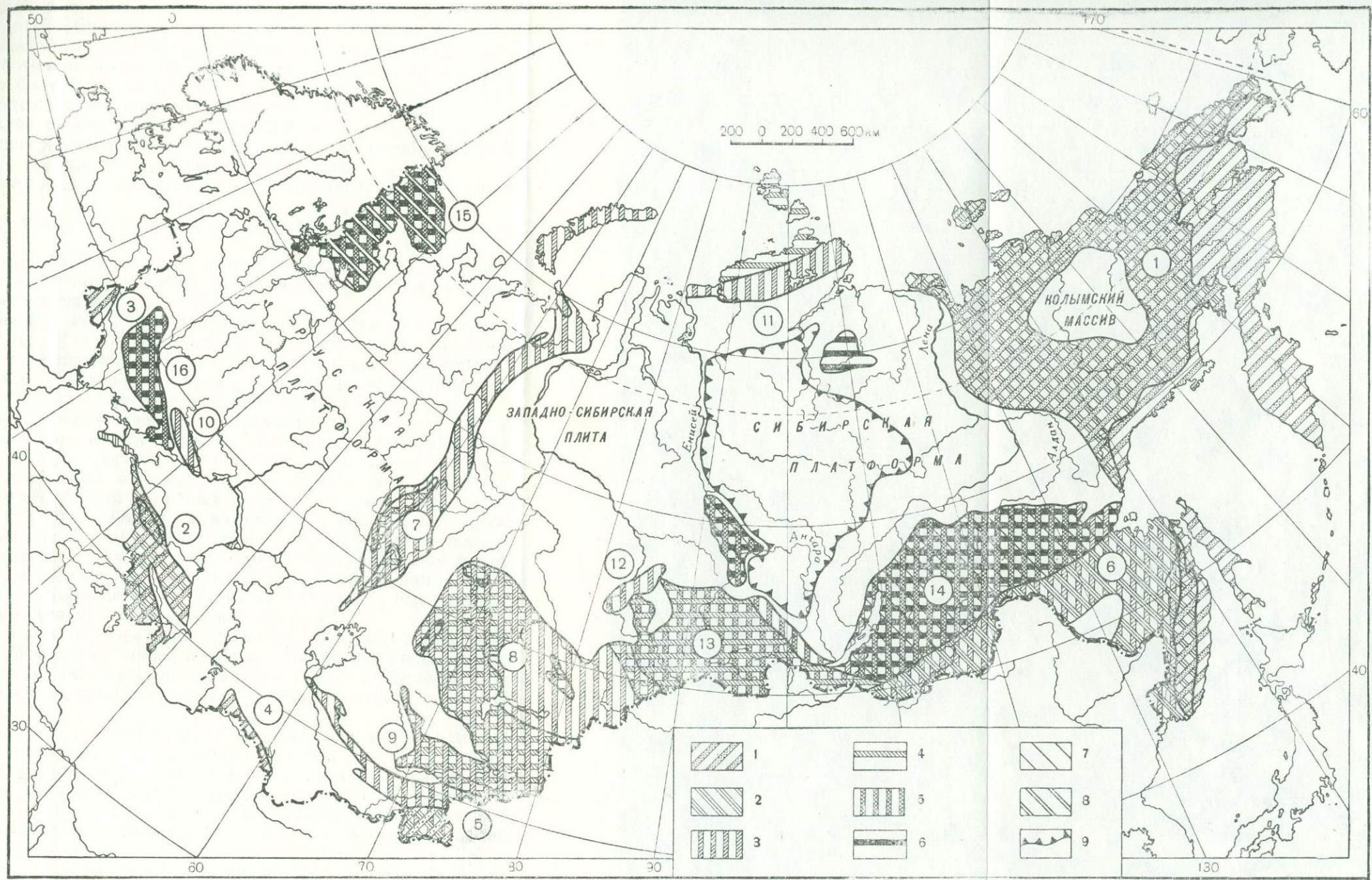


Рис. 1. Схема металлогенического районирования территории СССР. Составил В. И. Смирнов

Области распространения месторождений различных металлогенических эпох геосинклинальных циклов: 1 — альпийская, 2 — киммерийская, 3 — герцинская, 4 — каледонская, 5 — протерозойская, 6 — архейская; области распространения месторождений различных металлогенических эпох для платформ. 7 — киммерийская, 8 — герцинская, 9 — область распространения траппов. Рудные провинции (цифры в кружках): Альпийские: 1 — Дальний Северо-Восток, 2 — Кавказ, 3 — Карпаты, 4 — Копет-Даг, 5 — Памир; киммерийские: 6 — Забайкальско-Приморская; герцинские: 7 — Урал, 8 — Казахстан, 9 — Средняя Азия. 10 — Донбасс, 11 — Таймыр, 12 — Томь-Колыванская зона; каледонские: 13 — Алтае-Саянская зона; протерозойские: 14 — южная часть Сибирской платформы, 15 — Балтийский щит; 16 — Украинский щит

Рудоносность оснований Русской платформы, Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы, перекрытых слабо дислоцированными и рыхлыми отложениями разного возраста, в данной работе в целом не описывается. Автор продолжает работать над проблемой региональной рудоносности Советского Союза и надеется в ближайшее время восполнить этот пробел.

Стадии развития складчатых областей. В общем ходе процесса превращения геосинклиналей в складчатые области большинство исследователей выделяет три стадии:

- 1) раннюю, отвечающую периоду геосинклинального прогибания;
- 2) среднюю, соответствующую периоду главных фаз складчатости;
- 3) позднюю, связанную с полным затуханием геосинклинального режима данного цикла развития с переходом к платформенному состоянию.

В течение этих трех стадий геосинклинального развития и в следующую четвертую стадию платформенного существования формируются, как известно, следующие закономерные комплексы изверженных горных пород и ассоциированные с ними типоморфные месторождения (табл. 1).

Типы геосинклиналей. Вышеперечисленные комплексы изверженных горных пород и ассоциированные с ними эндогенные месторождения, закономерно возникающие в процессе превращения мобильных геосинклиналей в относительно стабильные складчатые области и отражающие общую эволюцию магматизма и рудообразования в рамках геосинклинального цикла развития, проявляются не в полной мере в геосинклиналях разного типа. С этой точки зрения могут быть выделены геосинклинали двух главных типов, которые, в соответствии с номенклатурой Г. Штилле, Н. С. Шатского и др., могут быть названы эвгеосинклиналями и миогеосинклиналями.

Эвгеосинклиналям свойствен обильный магматизм и рудообразование ранней и средней стадии геосинклинального развития, но ослабленный магматизм и металлоносность поздней стадии; их примером может служить герцинская геосинклиналь Урала.

Миогеосинклиналям, наоборот, характерны магматизм и рудообразование средней и поздней стадии развития и резко ослабленный магматизм и металлоносность ранней стадии; их примером могут служить герцинские геосинклинали Тянь-Шаня, Восточного Казахстана (Зайсанская), киммерийские геосинклинали Восточного Забайкалья, Верхоянья, альпийская геосинклиналь Дальневосточного Приморья.

Таким образом, во всех геосинклиналях проявлен батолитический гранитоидный магматизм средней стадии геологического развития, отвечающий периоду главных фаз складчатости, но в одних из них при расцвете магматизма и рудоносности

Таблица 1

Перечень комплексов изверженных пород и ассоциированных с ними типоморфных эндогенных месторождений по стадиям развития складчатой области

№ п/п	Комплексы изверженных горных пород	Типоморфные эндогенные месторождения
Период формирования складчатой области		
Ранняя стадия		
1	Субмаринные вулканогенные спилито-кератофировые и порфиритовые	Колчеданные
2	Перidotитовые	Магматические — хромитов, осмия и иридия
3	Габбро-пироксенит-дунитовые	Магматические — титано-магнетитов, платины и палладия
4	Плагиогранит-сиенитовые	Скарновые — железа и меди
Средняя стадия		
5	Гранодиоритовые	Скарновые — преимущественно цветных и редких металлов
6	Гранитные	Пегматито-гнейзеновые и кварцевые — олова, вольфрама
Поздняя стадия		
7	Малые интрузии разнообразного состава	Различные гидротермальные месторождения, преимущественно сульфидного парагенезиса
Платформенный период		
8	Трапповые (в областях прогибания)	Магматические — сульфидные медно-никелевые, гидротермальные железа
9	Щелочные (в областях поднятий)	Карбонатиты и альбититы редких металлов
10	Кимберлитовые (по стыку областей прогибаний и поднятий)	Магматические алмазные

ранней стадии, эти явления заглушены для поздней стадии (эвгеосинклинали), а в других, наоборот, при ослабленном магматизме и металлоносности ранней стадии отмечается расцвет этих процессов в поздней стадии (миогеосинклинали).

Элементы внутреннего строения геосинклиналей. Упорядоченное размещение выдержаных ассоциаций изверженных горных пород и эндогенных месторождений в поперечном сечении

нии складчатых областей обусловлено их локализацией в строго определенных тектонических секторах геосинклиналей. Среди таких секторов, составляющих геосинклинали, выделяются: геосинклинальные рвы, внутренняя зона, периферические зоны, срединные массивы, геосинклинальная рама и пограничные разломы.

Геосинклинальные рвы, представляющие собой сравнительно узкие глубокие прогибы, ограниченные крупными глубинными разломами, типичны для эвгеосинклиналей. Для них характерны два комплекса магматических пород и ассоциированных с ними эндогенных месторождений ранней стадии геосинклинального развития:

- 1) вулканический, преимущественно спилито-кератофирового состава с колчеданными месторождениями;
- 2) интрузивный плагиогранит-сиенитовый со скарновыми месторождениями железа и меди.

Внутренняя зона отличается наибольшей глубиной прогибания на ранней стадии геосинклинального развития в большинстве многоеосинклиналей. В ее пределах в среднюю стадию развития внедряются нормальные и крайне кислые аляскитовые граниты, формирующие выдержаные пояса редкометальных месторождений пегматитового, грейзенового и кварцево-грейзенового состава.

Периферические зоны не обладают такой значительной и устойчивой глубиной прогибания на ранней стадии, какая характерна для внутренней зоны. Они служат ареной внедрения крупных батолитических масс гранитоидов средней стадии развития, преимущественно умеренно кислого состава. В отличие от внутренней зоны периферические части геосинклинали не обладают повсеместно выдержаным составом изверженных пород и связанных с ними месторождений. Однако и для них выделяется характерная ассоциация эндогенных месторождений, представленных скарновыми и гидротермальными месторождениями цветных, редких и благородных металлов главным образом сульфидного парагенезиса. Эта картина магматизма и металлоносности периферических зон нередко осложняется наложенным на нее магматизмом и оруденением поздней стадии развития. Кроме того, периферические зоны одной и той же геосинклинали редко бывают однотипны, чаще они несколько различаются по рудоносности и создают асимметрию в региональной металлогенической зональности складчатых областей.

Срединные массивы могут совмещать оруденение трех периодов: 1) предшествующих циклов, 2) цикла, современного металлогенической эпохе складчатой области и 3) наложенного в связи с их регенерацией при последующих циклах развития. При исследовании характера рудоносности срединных массивов, соответствующей оруденению их складчатого обрамления,

выясняется, что необходимо выделять массивы двух родов. Срединные массивы первого рода располагаются во внутренних зонах геосинклиналей, а массивы второго рода охватываются геосинклинальным кольцом со всех сторон, представляя бортовую часть таких замкнутых геосинклиналей.

Для срединных массивов первого рода, входящих в состав срединных поднятий, свойственны изверженные породы и месторождения последних, т. е. лейкократовые граниты, с которыми ассоциируются редкометальные пегматиты, грейзены и кварцевые жилы. Срединные массивы второго рода имеют те же черты магматизма и металлогенеза, что и геосинклинальная рама.

Геосинклинальная рама некоторых складчатых областей наряду с месторождениями предшествующих металлогенических эпох заключает месторождения, свойственные обрамляющей ее геосинклинали. Такое наложенное оруденение иногда распространяется в глубь континента на 50—70 км от границы с геосинклиналью. Широта и интенсивность этого оруденения зависят от интенсивности тектонической и магматической регенерации бортовых частей геосинклиналей усилиями, возникающими на разных стадиях их переработки, в связи с движениями в геосинклинали.

По этому признаку могут быть выделены четыре типарудносности геосинклинальной рамы:

1) интенсивно регенерированные, с проявлением магматизма и оруденения всех стадий, известных в данной геосинклинали;

2) ограниченно регенерированные, с проявлением магматизма и оруденения одной из стадий, известных в данной геосинклинали;

3) слабо регенерированные, с проявлением телетермального оруденения поздней стадии;

4) нерегенерированные — с отсутствием изверженных пород и эндогенных месторождений.

Глубинные пограничные разломы, как известно, разграничают структурно-фациальные зоны геосинклиналей, определяют соотношение мощностей и состав их осадков в период формирования этих зон. Наиболее четко выраженные глубинные разломы представляют собой нарушения, ограничивающие описанные выше составные тектонические элементы геосинклиналей. Пограничные разломы, проникая на значительную глубину, открывают возможности внедрения вдоль них интрузивных пород и формирования обусловленных ими поясов эндогенных месторождений.

Сопоставление проявлений магматизма и металлогенеза таких поясов самых различных провинций вскрывает одно чрезвычайно любопытное обстоятельство, свидетельствующее, что они формируются только на ранней или поздней стадиях развития. Эта важная особенность соответствует преобладающему режиму растяжения на ранней и поздней стадиях, разде-

ленных обстановкой сжатия на средней стадии развития геосинклиналей.

На ранней стадии геологического развития вдоль пограничных разломов внедряются изверженные породы перidotитового и габбро-пироксенит-дунитового состава, формируя магматические месторождения хромитов, титано-магнетитов, платиноидов. На поздней стадии пограничные глубинные разломы определяют внедрение малых интрузий и ассоциированных с ними гидротермальных месторождений.

В результате различного соотношения магматизма и оруденения ранней и поздней стадий вдоль глубинных поясов возникают рудные пояса разного состава. Среди них выделяются пояса комбинированного и простого состава. Необходимо, однако, отметить, что чаще всего рудные пояса, обусловленные пограничными глубинными разломами, относятся к простым, с явным преобладанием месторождений либо ранней, либо поздней стадии развития. Это и естественно, потому что, как было указано выше, интенсивное развитие магматизма и рудообразования ранней стадии гасит магматизм и оруденение поздней стадии и наоборот.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Абдуллаев Х. М. Рудно-петрографические провинции и вопросы их классификации. Ташкент, 1961.

Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. Госгеолтехиздат, 1962.

Билибин Ю. А. Избранные труды АН СССР, тт. I—III, 1958—1961.

Захаров Е. Е. О некоторых закономерностях в регионально-геологическом размещении месторождений руд черных и цветных металлов. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. I. Изд. АН СССР, 1958.

Кузнецов Ю. А. Магматические формации. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. I. Изд. АН СССР, 1958.

Кузнецов В. А. Металлогеническое районирование Горного Алтая (к методике составления прогнозно-металлогенических карт). Вопросы методики составления металлогенических и прогнозных карт. Часть III, Изд. АН УССР, Киев, 1960.

Магакян И. Г. Основы металлогении материков. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1959.

Николаев В. А. О некоторых чертах строения и развития подвижных поясов земной коры. Изв. АН СССР, сер. геолог., 1953, № 2.

Пейве А. В., Синицын В. М. Некоторые основные вопросы учения о геосинклиналях. Изв. АН СССР, сер. геолог., 1950, № 4.

Радкевич Е. А. К вопросу о типах металлогенических провинций и рудных районов. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. II. Изд. АН СССР, 1959.

Семенов А. И., Лабазин Г. С. Основные проблемы исследований в области региональной металлогении. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. II. Изд. АН СССР, 1959.

Серпухов В. И. Общие принципы регионального металлогенического анализа. «Советская геология», сб. 43, 1955.

Смирнов В. И. Металлогеня геосинклиналей. Закономерности размещения полезных ископаемых. Изд. АН СССР, т. V, 1962.

Смирнов С. С. О Тихоокеанском рудном поясе, Изв. АН СССР, сер. геол., № 2, 1946.

Тюрнер Ф. С. Металлогенические провинции и эпохи. В сб.: «Проблемы рудных месторождений». Изд. Ин. Лит. 1958.

Шаталов Е. Т. О металлогеническом районировании. Геология рудных месторождений, № 3, 1959.

Шатский Н. С. и Богданов А. А. Тектоническая карта СССР и сопредельных стран в масштабе 1:5 000 000 (объяснительная записка). Госгеотехиздат, 1957.

Шнейдерхен Г. Рудные месторождения. Перевод с немецкого. Изд. Ин. Лит. 1958.

Раздел первый

АЛЬПИЙСКИЕ ПРОВИНЦИИ

Типичными представителями альпийских провинций являются Дальний Северо-Восток и Кавказ. Кроме того, к альпийским относятся менее значительные рудные провинции Карпат, Копет-Дага и Памира. Узкую зону альпийского оруденения Сихотэ-Алиня на Дальнем Востоке целесообразнее охарактеризовать вместе с киммерийской провинцией Забайкальско-Приморской области.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ДАЛЬНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОК

В данном случае рассматривается площадь, расположенная к востоку от нижнего течения р. Лены и омываемая водами Ледовитого океана, Чукотского, Берингова и Охотского морей. Эта территория распространяется с запада от р. Лены на восток до мыса Дежнева на Чукотском полуострове 2800 км и с севера от побережья Ледовитого океана до Бухты Нагаева в Охотском море 1400 км. На ее площади размещается серия протяженных горных хребтов сравнительно небольшой высоты. Среди них важнейшими являются (с запада на восток): Верхоянский, Черского, Колымский, Анадырский и Корякско-Камчатский. Условия формирования и распространения рудных месторождений этой провинции характеризуются преимущественно на основе трудов Ф. Р. Апельцина (1959), Ю. А. Билибина (1937), Н. И. Ларина (1956), С. Ф. Лугова (1959), В. Т. Матвеенко и Е. Т. Шаталова (1958), И. Я. Некрасова (1961), Г. Л. Падалки (1939), С. С. Смирнова и В. А. Цареградского (1937), К. Я. Спрингиса (1958), Е. К. Устиева (1949), Л. В. Фирсова (1960), В. К. Чайковского (1960).

Циклы и стадии развития. Геологическое строение территории Дальнего Северо-Востока нашей страны определяется ком-

плексами пород мезозойско-кайнозойской геосинклинальной системы с сохранившимися среди них остаточными массивами более древнего возраста. Особенности ее строения и истории геологического развития рисуются следующим образом (рис. 2). Различаются Верхояно-Чукотская и Корякско-Камчатская складчатые области. Первая из них перекрывает большую западную часть рассматриваемой территории. Ее внутренние структуры сформированы в результате мезозойской складчатости и осложнены последующими альпийскими тектоническими деформациями в основном типе расколов и блоковых перемещений. Вторая складчатая область охватывает восточную побереженную часть территории и относится к молодой альпийской зоне. Среди остаточных массивов наиболее значительным является Колымский срединный массив. Остальные массивы (Охотский, Омолонский, Тайгоносский, Алярмутский, Чукотский, Камчатский) менее существенны. В этих массивах зафиксированы результаты геологической деятельности палеозойского и более древнего возраста. Но значение их для формирования рудных месторождений Северо-Востока настолько несущественно, что эти древние эпохи рудообразования практически можно не принимать во внимание. Таким образом, для описываемой провинции следует говорить о двух циклах геологического развития и эндогенного рудообразования: киммерийском и альпийском.

Киммерийский цикл геологического развития свойствен только Верхояно-Чукотской складчатой области. Его ранняя стадия охватывает период времени образования верхоянского комплекса от верхнего (может быть от среднего) карбона до начала верхней юры. Она характеризуется накоплением мощных преимущественно терригенных геосинклинальных толщ и необычайно слабой магматической деятельностью, проявившейся в виде незначительных силлов габбро-диабазов. Пассивность магматических процессов ранней стадии развития киммерийского цикла привела к тому, что на территории Дальнего Северо-Востока не были сформированы магматические и другие месторождения, свойственные этой стадии. Это обстоятельство резко выделяет данную рудную провинцию, весь металлогенический облик которой определяется магматизмом и рудоносностью последующих стадий развития и обусловлен исключительно интрузиями кислых изверженных пород. Со средней стадией развития, отвечающей верхнеюрской складчатости, связано формирование двух комплексов изверженных горных пород. Во-первых, образование так называемых добатолитовых малых интрузий (Ю. А. Билибин, 1937), представленных штоками и дайками кварц-альбитовых порфиров и кварцевых диоритовых порфиритов; во-вторых, создание вслед за ними крупных батолитических массивов кислых лейкократовых гранитов (колымский гранитный комплекс). Поздняя стадия развития киммерийского цикла в пределах Верхояно-Чукотской области относится к после-

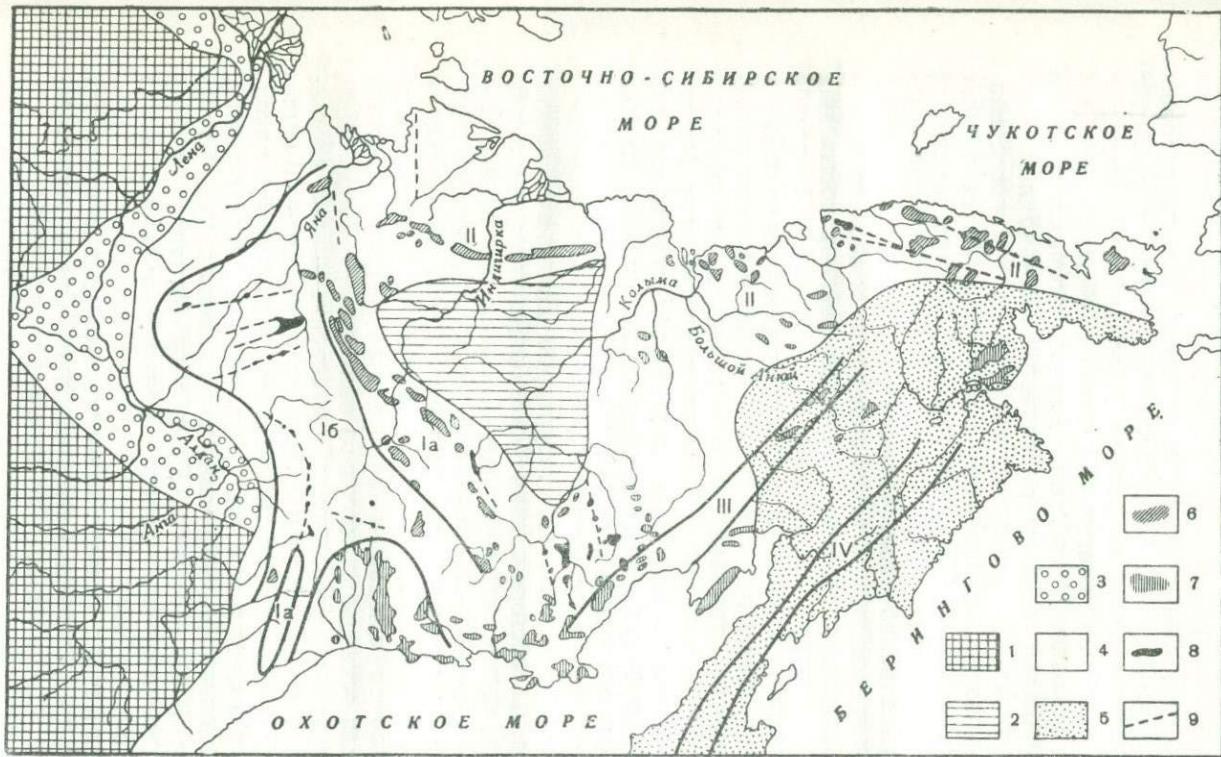


Рис. 2. Схема магматизма и металлогении Северо-Востока СССР

1 — Сибирская платформа; 2 — Колымский массив; 3 — Верхоянский краевой прогиб; 4 — Верхояно-Чукотская область киммерийской складчатости; 5 — Корякская и Камчатская области альпийской складчатости; 6 — Колымские послескладчатые батолитические массивы преимущественно калиевых гранитов (верхнеюрских); 7 — Охотские послескладчатые массивы преимущественно гранодиоритового состава (нижний — верхний мел); 8 — послескладчатые массивы преимущественно ультракислых (или гибридных) гранитов омсукчанского типа (верхний мел—палеоцен); 9 — разрывы, контролирующие интрузивы омсукчанских гранитов

I^a — золотой пояс Западной субпровинции; I^b — оловянный пояс Западной субпровинции; II — золото-оловянный пояс Северной субпровинции; III — молибденовый пояс Восточной субпровинции; IV — ртутный пояс Крайневосточной субпровинции

складчатому периоду ее существования, от мела до четвертичного времени, и, в сущности, уже принадлежит к следующему альпийскому циклу развития, в рамках которого она и будет рассмотрена.

Альпийский цикл развития охватил всю территорию Дальнего Северо-Востока. Это развитие протекало различно в западной (мезозойской) и восточной (альпийской) частях и ниже для описываемой провинции в целом обобщается в значительной мере условно. На обычные стадии геосинклинального процесса альпийский цикл не распадается. Однако в рамках этого цикла достаточно отчетливо намечаются три последовательных этапа формирования изверженных пород и связанных с ними месторождений. С первым этапом связано внедрение предверхнемеловых интрузивов диоритов и гранодиоритов, развитых преимущественно вдоль Охотского побережья (охотский комплекс). Во второй этап, отвечающий времени верхний мел — палеоцен, произошло внедрение трещинных лейкократовых кислых гранитных интрузивов на площади Верхояно-Чукотской складчатой области (омсукчанский гранитный комплекс) и небольших ультраосновных, основных и среднего состава интрузивных тел, также следующих вдоль разломов, на площади Корякско-Камчатской области. Наконец, в третий этап (от палеоцена до четвертичного времени) в обеих областях произошло внедрение редких и некрупных штоков и даек габбро, габбродиоритов, диоритов, гранодиоритов и щелочных массивов, также размещающихся вдоль тектонических разломов.

Рудные месторождения. На территории Дальнего Северо-Востока известны месторождения докембрийского и палеозойского возраста, однако все практически ценное оруденение связано с мезозойской и альпийской металлогеническими эпохами.

Докембрейскими, по данным В. Т. Матвеенко и Е. Т. Шаталова (1958), являются незначительные месторождения пегматитов со слюдой и минералами редких металлов, известные среди остаточных массивов области.

Палеозойское (герцинское) оруденение по тем же сведениям представлено мелкими скарновыми и кварцево-жильными медными рудопроявлениями типа Россомахинского, находками самородной меди в эпидотизированных андезитах, а также, возможно, рудопроявлениями свинцово-цинковых руд Чукотского массива (Сердце-Камень, Чечен); на Камчатке к нему относятся рудопроявления золота, вольфрама и магнетита в скарнах (Власов, 1958).

Киммерийские (мезозойские) месторождения относятся к важнейшим на Дальнем Северо-Востоке. Среди них выделяются две последовательно сформированные группы.

Первая группа связана с комплексом предбатолитовых даек кварц-альбитовых порфиров и кварцевых диоритовых порфириев и представлена знаменитыми гидротермальными месторож-

дениями золота. Они имеют форму минерализованных даек, жил, жильных зон и штокверков. По составу среди них выделяются кварцевые, адуляр-альбит-кварцевые, альбит-карбонат-кварцевые, кварц-антимонитовые и кварц-шеелитовые тела с золотом. Кроме золота, в них в заметном количестве встречаются минералы мышьяка, сурьмы, вольфрама и в меньших дозах — минералы свинца, цинка, меди. Следует отметить, что Ф. Р. Апельцин (1955) полагает возможным связать образование некоторой части золотых месторождений с дайковой серией более поздних интрузий до охотского комплекса включительно; в связи с этим он выделяет шесть золотоносных формаций малых интрузий. Другие геологи (Л. В. Фирсов, 1960) полагают, что золотое оруденение в основном обусловлено предверхнемеловой гранитоидной интрузией охотского комплекса.

Вторая группа месторождений, связанная с колымским гранитным комплексом, характеризуется пегматитами, скарнами и особенно высокотемпературной грейзеновой рудной формацией.

Пегматитовые месторождения этой группы практически неактуальны. Скарновые образования с шеелитом, молибденитом и лёллингитом, типа Кандидатского месторождения, также не имеют крупного значения. Наиболее существенны оловянные, вольфрамовые и молибденовые месторождения грейзеновой формации. Среди них известны как месторождения практически монометальные, так и комплексные. К монометальным месторождениям молибденовых руд относится Тугучакское и др.; к оловянным — Чаунское, Бутыгычаг, Харанское и др.; к вольфрамовым — Аляскитовое, Чагыданское и др. К комплексным месторождениям оловянно-вольфрамовых руд принадлежат Бармыэллахское, Эргеляхское и ряд других.

Более поздней и пространственно обособленной генерацией руд этой группы являются обычно сравнительно некрупные месторождения полиметаллических руд, такие как Алтинское, Хачимчерское, Булунгинское, Токичанское и др. В этой группе известны также относительно менее существенные золотые месторождения Чепакинское и др.

Альпийские месторождения на Дальнем Северо-Востоке имеют такое же большое значение, как и киммерийские. Среди них могут быть выделены три группы, приуроченные к трем вышеописанным комплексам изверженных пород.

В первой группе, связанной с охотскими гранодиоритами, типоморфными являются месторождения молибденовых руд. Эти месторождения хотя и не обладают интенсивной металлоносностью, но распространены на широкой территории и относятся к различным генетическим типам. Среди них известны непромышленные пегматиты с гнездами молибденита, скарны с молибденитом (Медьгорское, Приметное), развиты кварц-молибденитовые жилы и жильные зоны и, кроме того, известны

скопления молибденита в образованиях типа вторичных кварцитов (Оксинское и Шурыкинское месторождения). В связи с молибденовым оруденением зафиксированы также проявления руд вольфрама, мышьяка, свинца, цинка, меди и золота.

Для второй группы месторождений, связанных с омсукчанскими гранитами, особенно характерны месторождения олова. В отличие от оловянных месторождений колымского комплекса, представленных преимущественно кварцево-кассiterитовыми образованиями в грейзенах, наиболее значительные месторождения омсукчанского комплекса относятся преимущественно к силикатно-кассiterитовым (турмалин- и хлоритсодержащим) рудам. Они образуют жилы, жильные зоны и штокверки. В связи с оловянными месторождениями омсукчанского комплекса встречаются значительные месторождения руд вольфрама, полиметаллов, арсенопирита и кобальта. Известны также месторождения и рудопроявления молибдена, висмута и золота. В отличие от месторождений всех предыдущих групп описываемой провинции, более или менее равномерно рассредоточенных на значительных площадях, месторождения омсукчанского комплекса локализованы прерывистыми полосами и узлами (Балыгычано-Сугайской, Верхне-Орутуканский, Куйвивеемский и др.).

Третья группа месторождений в какой-то степени связана с неогеновыми штоками и дайками гранодиоритовых пород, вытянутых цепочкой вдоль крупных продольных разломов в Корякско-Камчатской складчатой области. Эти месторождения, представленные скоплениями киновари среди окварцованных, серицитизированных, алунитизированных, диаспоризированных неогеновых вулканических пород, вытянутых в виде протяженного ртутного пояса.

Общая последовательность формирования эндогенных месторождений Дальнего Северо-Востока показана в табл. 2.

Закономерности размещения рудных месторождений. Полное и частичное перекрытие площадей развития пяти комплексов изверженных горных пород и связанных с ними месторождений мезозойского и кайнозойского времени привело к совмещению рудных образований различного состава на значительной части территории Дальнего Северо-Востока. Однако по преобладающему распространению тех или иных рудных ассоциаций в ее пределах все же можно наметить рудные субпровинции, имеющие форму вытянутых рудоносных зон. К их числу относятся следующие субпровинции: 1) западная, приуроченная к запад-юго-западному обрамлению Колымского срединного массива; 2) северная, протягивающаяся в виде зоны широтного направления от нижнего течения р. Яны вдоль северного обрамления этого массива в пределы Чукотского полуострова; 3) восточная, перекрывающая Армано-Гижигинскую синклинальную структуру и примыкающий к ней с востока Охотско-Чаунский

Таблица 2

Эндогенные рудные месторождения Дальнего Северо-Востока

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Протеро-зойский		Граниты	Пегматиты со слюдой и редкими металлами
Герцинский		Гранитоиды	Скарновые и гидротермальные рудопроявления и месторождения мели и полиметаллов
Киммерийский	Ранняя	Силлы габбро-диабазов	Неизвестны
	Средняя	Малые интрузии кварц-альбитовых порфиров и кварцевых диоритовых порфиритов	Гидротермальные месторождения золота (мышьяка, сурьмы, вольфрама)
		Лейкократовые граниты колымского комплекса	Оловянно-вольфрамовые месторождения грейзеновой формации; гидротермальные свинцово-цинковые и золотые месторождения
Альпийский		Гранодиориты охотского комплекса	Гидротермальные месторождения молибдена; в меньшей степени — вольфрама, мышьяка, полиметаллов и золота.
		Граниты омсукчанского комплекса	Гидротермальные оловянные месторождения силикатно-кассiterитовой формации; месторождения вольфрама, полиметаллов, мышьяка и кобальта
		—	Гидротермальные месторождения ртути

Примечание. 1. В этой и последующих аналогичных таблицах полужирным выделены важнейшие, а курсивом — важные эпохи рудообразования.

2. Во второй вертикальной графе этой и последующих (аналогичных) таблиц указываются стадии для тех циклов геологического развития, которые разделяются, в других случаях выделяются этапы — интервалы процесса, не отвечающие стадиям геосинклинального развития в их общепринятое понимании.

вулканогенный пояс; 4) крайневосточная, приходящаяся на Корякско-Камчатскую складчатую область (см. рис. 2).

В Западной субпровинции сосредоточивались колоссальные запасы золота и олова, прославившие этот край. Золотые месторождения сконцентрированы преимущественно близ восточной внутренней окраины описываемой зоны. Они связаны с четырьмя субпараллельными полосами предбатолитовых и более поздних даек, положение которых, по мнению В. Т. Матвеенко и Е. Т. Шаталова (1958), обусловлено крупными тектоническими разломами. Полосы эти следующие: Инь-яли-Дебинская длиной 800 км, Чай-Урьинская — 500 км, Тенькинская — 450 км и Эльгино-Адычанская — 500 км. Все они вместе образуют грандиозный Яно-Индигирско-Колымский золотоносный пояс. Оловянные и сопровождающие их месторождения других металлов связаны с двумя интрузивными комплексами. Во-первых, с верхнеюрскими колымскими гранитами и, во-вторых, с верхнемеловыми — палеоценовыми омсукчанскими гранитами. Месторождения первого комплекса, так же как и золотые, сконцентрированы преимущественно у восточной окраины зоны, а месторождения второго, более молодого комплекса, распространены далее к западу. Все они в целом образуют более широкую зону оловянного и связанного с ним другого оруденения, чем полоса месторождений золота, приуроченных к восточному краю зоны.

Северная субпровинция не несет такого сплошного оруденения, как западная. Она характеризуется в основном спорадическими узлами золотого, оловянного и сопутствующего им оруденения. Так же как и в западной субпровинции, формирование оловянных руд обусловлено двумя металлогеническими эпохами и связано, с одной стороны, с колымским, а с другой, — с омсукчанским гранитным комплексами.

Восточная субпровинция представляет собой протяженную полосу спорадического молибденового и сопровождающего его оруденения, обусловленного интрузией гранитов предверхнемелового охотского комплекса. В пределах этого независимого пояса молибденового оруденения выделяются отдельные рудные узлы, такие как Магаданский, Неяханский, Омоло-Джапкачанский, Ерпольский и др.

Крайневосточная субпровинция приурочена к Корякско-Камчатской складчатой области и характеризуется развитием ртутного оруденения неогенового времени. В пределах Корякской части этой субпровинции выделяются две продольные полосы ртутных месторождений и рудопроявлений: Эничайвеемская и Вивниковская с серией рудных полей в их пределах. Зона ртутного оруденения протягивается далее к югу и в пределах Камчатки образует пояс ртутных рудопроявлений, сосредоточенных среди гидротермально-измененных неогеновых эффузивов и вытянутых цепью вдоль крупного глубинного раз-

лома почти на 700 км (рис. 3). К северу от нее также известны ртутные месторождения.

Магматизм и оруденение составных частей геосинклинали. Схему распределения магматических пород и эндогенных месторождений по составным частям складчатой области Дальнего

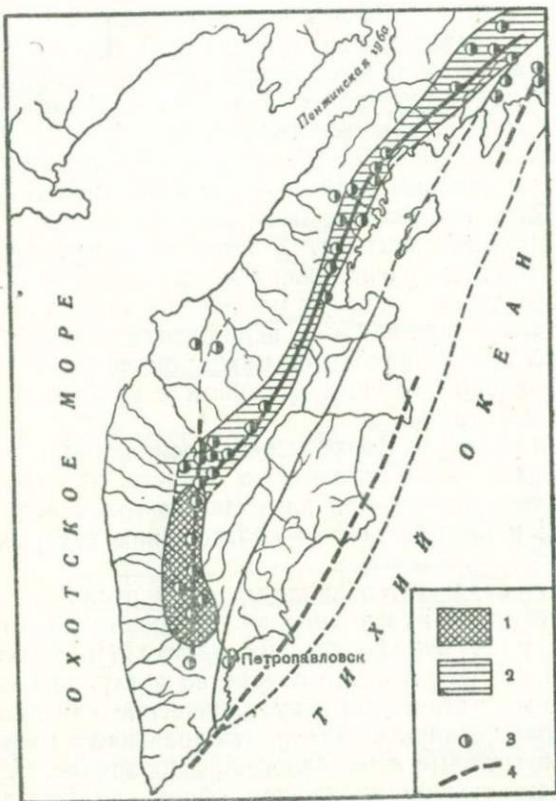


Рис. 3. Ртутный пояс Камчатки (по Г. М. Владисову)

1 — область палеозийских структур и рудопроявлений;
2 — неогеновая зона гидротермально измененных эфузивов;
3 — рудопроявления ртути и сурьмы; 4 — тектонические разломы

Северо-Востока можно проиллюстрировать на примере Верхоянской геосинклинали, на площади которой располагается западная субпровинция. В ее поперечном сечении выделяются следующие основные элементы. На западе рамой геосинклинали служит борт Сибирской платформы, вдоль края которого на заключительной стадии формирования Верхоянской складчатой области возник Предверхоянский краевой прогиб. На востоке Верхоянская геосинклиналь ограничена бортом весьма стабильного Колымского массива. Внутренняя зона описывает-

мой геосинклинали на ранних стадиях развития не имела осевого прогиба, а, наоборот, отличалась относительно слабым погружением, приведшим к накоплению в ее пределах осадков, имеющих мощность меньшую, чем в периферических зонах. Так, например, мощность триасовых отложений здесь составляет 2000 м, против 5000—6000 м в периферических зонах.

В период складчатости внутренняя зона Верхоянской геосинклинали была жесткой массой вследствие чего пласти пород здесь почти не нарушены складчатыми деформациями. Они сохранили более или менее горизонтальное залегание, лишь местами осложненное вдоль узких зон, прилегающих к разломам основания (районы слабых дислокаций типа Эльгинского и Нижне-Янского, на южном продолжении которых находится Оймяконо-Охотский массив). Восточная или Яно-Колымская периферическая зона расположена между областью слабых дислокаций и Оймяконо-Охотским массивом с запада и Колымским массивом с востока. Западная периферическая зона, или зона Верхоянского хребта, находится между областью слабых дислокаций и Оймяконо-Охотским массивом с востока и Сибирской платформой с запада.

В истории развития Верхоянской геосинклинали и превращений ее в Верхоянскую складчатую область, как было указано выше, достаточно отчетливо намечаются три стадии — начальная, средняя и поздняя, схема соотношения которых показана на рис. 4.

В раннюю стадию геосинклинального этапа развития Верхоянья происходило прогибание ложа геосинклинали, наиболее интенсивное в ее периферических частях (Яно-Колымская и Верхоянский хребет) и более слабое во внутренней зоне.

Глубинно-магматические и вулканические явления этой стадии были столь незначительными, что практически никак не сказались на магматизме и металлогении Верхоянья.

В среднюю стадию произошел общий подъем территории Верхоянской геосинклинали, а в пределах восточной Яно-Колымской периферической зоны имела место интрузия лейко-кратовых гранитов Колымского комплекса, которой предшествовало образование малых интрузий (штоков и даек) предбатолитового комплекса кварц-альбитовых порфиров и кварцевых диоритовых порфиритов. В несопоставимо меньших размерах эти интрузии проникали в Аллах-Юнскую часть западной периферической зоны геосинклинали.

Область слабых дислокаций внутренней части Верхоянской геосинклинали и ее континентальные борта не были затронуты глубинным магматизмом и эндогенным оруденением средней стадии развития.

В позднюю стадию консолидации Верхоянской геосинклинали и ее полного превращения в складчатую область во внутренней зоне, ранее окрепшей, по своеобразным поперечным рас-

колам внедрились гранитоиды Омсукчанского верхнемелового — палеоценового комплекса.

В периферических частях Верхоянской геосинклиналии и в ее континентальном обрамлении на заключительной стадии

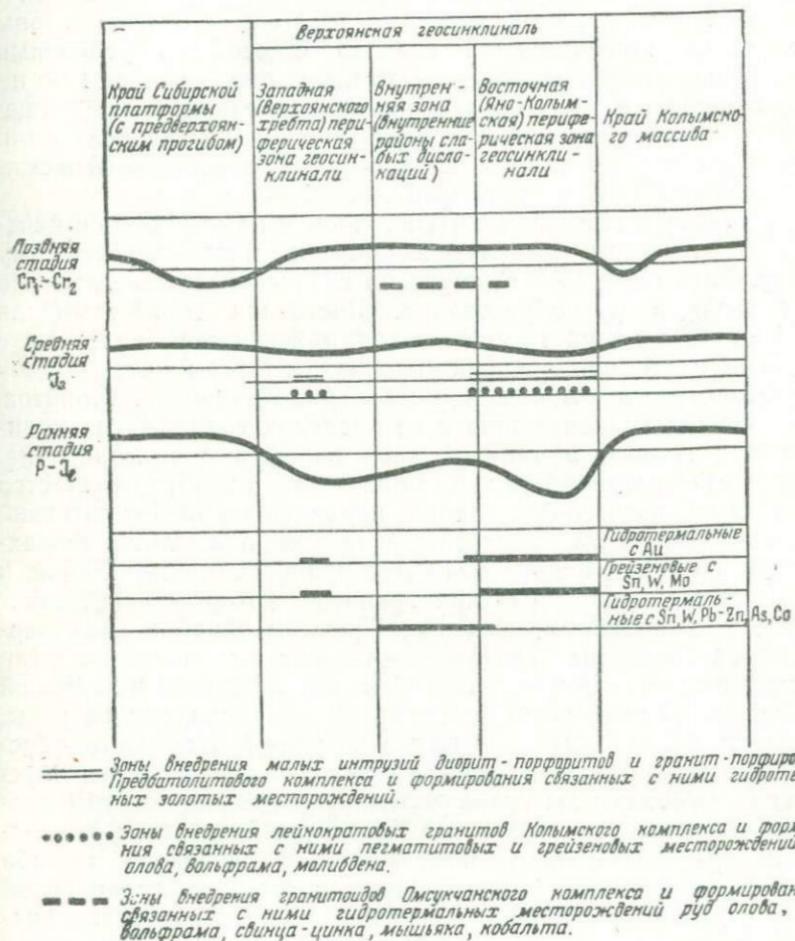


Рис. 4. Схема эволюции Верхоянской киммерийской геосинклиналии, ее магматизма и металлогенеза

развития изверженные породы и эндогенные месторождения не формировались.

Таким образом, в пределах Верхоянской складчатой области можно говорить о магматизме и металлогении внутренней зоны, периферических зон и платформенного обрамления.

Внутренняя зона Верхоянской складчатой области отличается сравнительно малой мощностью геосинклинальных

отложений, отсутствием линейных складчатых дислокаций и изверженных пород средней соскладчатой стадии геосинклинального развития, наличием поперечных разломов, контролирующих малые гранитные интрузии и гидротермальные месторождения заключительной стадии развития. Своеобразие геологического строения, магматизма и металлогенеза внутренней зоны Верхоянской геосинклинали связано с особыми условиями ее развития, заключающимися в том, что она возникла не на месте срединного прогиба, в порядке инверсионного превращения его в геантклинальное поднятие, а на месте более или менее стабильной, слабо прогибающейся и не поддающейся смятию срединной геосинклинальной массы.

Периферические зоны Верхоянья не отличаются качественно по своему магматическому и металлогеническому облику. Зато они резко отличны по интенсивности магматизма и эндогенного рудообразования. Восточная Яно-Колымская периферическая зона геосинклинали и возникший на ее месте Яно-Колымский синклиниорий пронизаны густой сетью даек предбатолитового комплекса и массивов Колымских гранитов, обусловивших концентрацию в ее пределах грандиозных количеств руд золота, а также олова, вольфрама и молибдена. Западная периферическая зона Верхоянского хребта отличается от восточной необычайно слабым проявлением обеих интрузий и обусловленных ими месторождений. Лишь в южной Аллах-Юнской части этой зоны известны предбатолитовые дайки и отдельные массивы колымских гранитов, которым сопутствует золотое и оловянное оруденение. Причины такой неравномерности в распределении изверженных пород и связанных с ними постмагматических месторождений между восточной и западной периферическими зонами Верхоянской геосинклинали не ясны. Возможно, более энергичная магматическая деятельность, обусловившая интенсивное оруденение Яно-Колымской зоны, обусловлена стабильностью границы между геосинклинальным прогибом и Колымским массивом. Такая устойчивость и контрастность границы области воздымания и глубокого прогиба могли содействовать формированию вдоль нее ослабленной зоны глубокого заложения, обеспечившей пути внедрения значительных магматических масс. Наоборот, постоянная миграция береговой линии борта геосинклинали у края Сибирской платформы не создала подобного рода предпосылок для крупномасштабного глубинного магматизма и обусловленного им интенсивного эндогенного оруденения.

Платформенное обрамление Верхоянской геосинклинали как со стороны Сибирской платформы, так и со стороны Колымского массива не было затронуто сколь-либо существенным магматизмом и эндогенным оруденением, корреспондирующими магматизму и оруденению Верхоянской киммерийской геосинклинали.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Апельцин Ф. Р. Малые интрузии, генезис и закономерности распространения золоторудных месторождений Северо-Востока СССР. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. II, Изд. АН СССР, 1959.
- Билибин Ю. А. Локализация золотоносности в связи с тектоникой Северо-Востока. «Проблемы Советской геологии», 1937, № 5—6.
- Билибин Ю. А. О возрасте некоторых золоторудных месторождений Колымского района. «Советская геология», 1940, № 5—6.
- Вихерт А. В., Возин В. Ф., Ивенсен Ю. П., Каширцев А. С., Проценко Е. Г. Геологическое строение и рудоносность Западного Верхоянья. Труды Якутского фил. СО АН СССР, сер. геолог., ВОИП 5, 1961.
- Власов Г. М. Новые данные по геологии Камчатки и перспективы ее рудоносности. «Советская геология», 1958, № 5.
- Ларин Н. И. К тектонике и металлоносности Яно-Колымской складчатой области. Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР, вып. 10, 1956.
- Лугов С. Ф. Мезозойские гранитоиды Чукотки и связь с ними оруднения. «Советская геология», 1959, № 10.
- Матвеенко В. Т. Краткий металлогенический очерк Северо-Востока СССР. Тр. Всесоюзн. Магаданского научно-исследов. ин-та, том XVII, Магадан, 1960.
- Матвеенко В. Т., Шаталов Е. Т. Разрывные нарушения, магматизм и оруденение Северо-Востока СССР. Закономерности размещения полезных ископаемых, т. I, Изд. АН СССР, 1958.
- Некрасов И. Я. Магматизм и рудоносность северо-западной части Верхояно-Чукотской складчатой области. Тр. Якутского фил. СО АН СССР, сер. геолог., вып. 12, 1961.
- Падалка Г. Л. О геологическом строении Северо-восточной Якутии в связи с металлоносностью. Изв. АН СССР, сер. геолог., № 5, 1939.
- Смирнов С. С. Металлогения Западного Верхоянья. «Проблемы Советской геологии», 1934, № 4.
- Смирнов С. С., Цареградский В. А. Северо-Восток Азии, его металлогения и оловоносность. Изв. АН СССР, сер. геолог., 1937, № 5.
- Спрингис К. Я. Тектоника Верхояно-Колымской складчатой области. Изд. АН Латв. ССР. Рига, 1958.
- Устинев Е. К. К вопросу о моногенных, полигенных и гетерогенных интрузиях Материалы по геологии и полезным ископ. Северо-Востока СССР, вып. 5, Изд-во Советская Колыма, Магадан, 1949.
- Фирсов Л. В. О возрасте золотого оруденения Северо-Востока СССР. «Геология рудных месторождений», 1960, № 2.
- Чайковский В. К. Геология оловоносных месторождений Северо-Востока СССР, Госгеолтехиздат, 1960.

ГЛАВА ВТОРАЯ

КАВКАЗ

Горные цепи и межгорные долины Кавказа, вытянутые от Черного до Каспийского моря на 1200 км, охватывают территорию Большого и Малого Кавказа, разделенную Рионо-Куринской депрессией. С севера на юг на Кавказе можно выделить следующие главные хребты: Сунженско-Гимринский, Передовой, Скалистый, Главный Кавказский, Абхазско-Сванетский (Приморский), Аджаро-Триалетский, Памбакский, Карабахский и Зангезурский.

По геологии и рудным месторождениям Кавказа существует огромная литература. Нижеприводимые сведения о геологическом строении и металлогении этой провинции учитывают в основном новейшие работы, принадлежащие Р. Н. Абдуллаеву, Ш. А. Азизбекову и др. (1958), А. Т. Асланяну (1957), Г. Д. Афанасьеву (1958), Д. С. Белянкину (1939), Л. А. Варданянцу (1932), П. Д. Гамкрелидзе (1957), В. Г. Грушевому (1958), Г. С. Дзоценидзе (1958), Г. М. Ефремову (1941), Г. М. Заридзе (1958), М. А. Кашкаю (1958 и др.), В. Н. Котляру (1958), И. Г. Магакьяну (1959), С. С. Мкртчяну (1959), К. Н. Паффенгольцу (1948), В. П. Ренгартену (1939), В. Н. Робинсону (1958), С. М. Сулейманову (1956), Г. И. Тогонидзе (1957), В. Е. Хайну (1950), Л. П. Харчуку (1957), Д. И. Щербакову (1946) и др. Наиболее современная характеристика металлогении Кавказа содержится в работах Г. А. Твалчрелидзе (1961), данные которого положены в основу ниже следующего описания.

Циклы и стадии развития. В настоящее время мало что известно о допалеозойских этапах геологической истории и металлогении на Кавказе. С большей уверенностью можно говорить о каледонском цикле геологического развития, еще больше данных о герцинском цикле, обильный материал существует по киммерийскому и альпийскому геологическим циклам развития и связанному с ними оруденению.

Таким образом, Кавказ является типичной полициклической металлогенической провинцией, в пределах которой намечается по крайней мере четыре цикла геологического развития и формирования эндогенных месторождений: каледонский, герцинский, киммерийский и альпийский.

Каледонский цикл развития проявлен в комплексах пород и в структурах Передового и Главного хребтов, Дзиурульского, Локского и Мисханского массивов. Предполагается, что каледонская геосинклиналь перекрывала всю территорию Большого и Малого Кавказа.

Ранняя стадия этого цикла фиксируется по мощным геосинклинальным отложениям нижнего палеозоя с развитыми среди них древними эфузивными породами, претерпевшими позднейший метаморфизм и превращенными в различные сланцы, амфиболиты и рассланцованные диабазы, спилиты, порфириты, альбитофиры, порфиры и их туфы. Интрузивные ультраосновные и основные породы этой стадии, входящие в Уруштенский комплекс, по Г. Д. Афанасьеву, интенсивно серпентинизированы.

Средняя стадия связана с периодом главной складчатости в силуре, к которой приурочено формирование массивов тоналитов, натриевых гранитов и натриевых аляскитов Уруштенского комплекса Передового хребта (абс. возраст 310—320 млн. лет), натриевых гранитов Главного хребта, гранитов Дзиуруль-

ского, Локского и Храмского массивов, сильно распресованных и превращенных в различные гранито-гнейсы.

Поздняя стадия каледонского цикла развития на Кавказе не фиксируется.

Герцинский цикл геологического развития протекал в двух геосинклиналях — Большого Кавказа и Армении, разделенных Закавказской геоантиклиналью, возникшей вследствие каледонской складчатости. Он достаточно отчетливо распадается на три стадии.

Ранняя стадия представляет собой период накопления мощных геосинклинальных комплексов слоистых пород, среди которых были образованы значительные толщи подводных вулканогенных пород порфиритового состава девонского и каменноугольного времени (Передовой хребет, Армения). Эффузивная деятельность сопровождалась внедрением незначительных по размерам залежей гипербазитов, превращенных в змеевики, а также габбро-диоритов, диоритов и альбитофириров, известных в бассейнах рек Теберды, Кубани, Баксана, Малки и в Дзиурульском массиве.

Средняя стадия герцинского цикла развития отвечает складчатости среднекарбонового времени. В это время произошло внедрение крупных масс гранитоидных пород, к которым относятся «красные» граниты Северного склона, гранодиориты, граниты и аляскиты Передового хребта, так называемые формации «серых» и «микроклиновых» гранитов Главного хребта — граниты балкарского и белореченского типа Г. М. Ефремова (абс. возраст 180—200 млн. лет), все крупные массивы палеозойских гранитоидов, известные в пределах Дзиурульского, Храмского, Локского, Мисханского и других массивов Малого Кавказа. Это была самая мощная интрузия кислых изверженных пород в истории геологического развития на Кавказе. Для нее в ряде мест отмечается появление более ранних габбро-диоритов и гранодиоритов, сменившихся вслед за тем резко преобладающими гранитами и аляскитами.

Поздняя стадия герцинского цикла, охватывающая период времени от верхнего карбона до перми, а местами до триаса включительно, характеризуется формированием типичных малых интрузий. К ним принадлежат габбро-диориты, гранодиориты и граниты Ятыргварты, Магиши и др., гранит-порфиры (кератофиры) Кубани и Худеса в Передовом хребте. В остальных районах Кавказа они не отмечены.

Киммерийский цикл развития проявился в той части Кавказа, в пределах которой после герцинской складчатости сохранился геосинклинальный режим и где с лейасовой трансгрессии начался новый этап геологической истории этой провинции. Геосинклиналь этого времени охватывала полукольцом с северо-востока и юга стабильную область Предкавказья, Передового хребта и геоантиклиналь Главного хребта. На Малом

Кавказе, так же как и в Предкавказье, в это время накапливались маломощные эпиконтинентальные осадки. Поэтому, строго говоря, только в пределах вышеочерченной геосинклинальной части Кавказа можно рассуждать о трех стадиях развития киммерийского геосинклинального цикла.

Ранняя геосинклинальная стадия этого цикла охватывает период времени от нижней юры до байоса и характеризуется подводным вулканизмом, в результате которого была сформирована толща кератофиров лейаса Садонского района на северном склоне и порfirитовая толща байоса на южном склоне Большого Кавказа. Вулканогенные образования спилитового, порfirитового, дациотового состава средней и верхней юры характерны для Сомхито-Карабахской зоны Малого Кавказа. Подводные эфузивные излияния этой стадии повсюду сопровождаются субвулканическими кварцевыми порфиритами, кварцевыми порфирами, сиенитами, альбитофирами и дацитами. К более основным магматическим породам этой стадии относятся штоки и дайки перидотитов, диабазов, порфиритов и андезитов, образующих так называемые «диабазовые пояса» северного и южного склонов Большого Кавказа. К подобного рода породам относятся также габбро, прорывающие флишевые отложения южного склона, многочисленные дайки и штоки диабазовых порфиритов, секущие эфузивные толщи юры Малого Кавказа.

Средняя стадия описываемого цикла отвечает батскому веку, которому соответствует крупный период мезозойской складчатости, обусловившей тектоническую перестройку всей территории Большого Кавказа. С этого времени Большой Кавказ почти целиком вступает в период развития, переходный от геосинклинального к платформенному. На Малом Кавказе батская тектоническая фаза обусловила расчленение Закавказской плиты на ряд поднятий и прогибов, в одном из которых начала развиваться Аджаро-Триалетская геосинклиналь. С этой стадией связано формирование ряда гранитоидных массивов. По условиям их образования они разделяются на две группы. К первой группе относятся синекладчатые гранитоиды мезозойской геосинклинали, представленные сравнительно крупными телами Келасурского, Горабского, Киарского и других гранитных массивов Закавказья (келасурский гранитный комплекс). Ко второй группе принадлежат мезозойские гранитоиды, внедрившиеся за пределами мезозойской геосинклинали на территории ее жесткого обрамления или вдоль границы; они имеют нередко форму штоков, приуроченных к крупным зонам разломов и часто характеризующихся сложным составом и многоэтапной историей формирования. Примером второй группы интрузий могут служить дациты Горной Рачи и Сванетии, гранитоиды теплинского комплекса, эльджуртинские граниты и их дериваты на Северном Кавказе, Хевис-Джаварский гранитоидный интрузив Дзируль-

ского массива, а также небольшие штоки плагиогранитов и гранитов, известные по периферии Локского массива и на территории Азербайджана. Таким образом, магматизм и связанное с ним оруденение описываемого цикла развития распространялись далеко за границы мезозойской геосинклинали, охватывая площадь всего складчатого Кавказа.

Поздняя стадия киммерийского цикла приходится на отрезок времени от верхней юры до нижнего мела включительно. Процессы формирования магматических пород и эндогенных рудных месторождений этого периода также не ограничивались площадью мезозойской геосинклинали, а проявились значительно шире в разных частях Кавказа. В это время были сформированы разнообразные по составу малые интрузии, нередко контролирующиеся крупными тектоническими разломами. Среди них могут быть названы малые тела андезитов, дакитов и липаритов Передового хребта, мелкие интрузии анортоклазовых гранитов Главного хребта, штоки интрузивных кератофиров Садона, мелкие массивы и дайки альбитофиров и диоритов бассейнов р. Джерджоры, среднего течения рек Риони и Абхазии на южном склоне Большого Кавказа, дайки порфировых пород в бассейнах рек Дамблудка и Лок-чай, а также в Кафане на Малом Кавказе.

Альпийский цикл геосинклинального развития характерен для Малого Кавказа. В Предкавказье в это время формировался передовой прогиб молодой орогенической зоны. Остальные части Большого Кавказа переживали платформенный или переходный к платформенному режим. Геосинклинальное развитие Малого Кавказа протекало не вполне равномерно в обособленных зонах, закладывавшихся и замыкавшихся в значительной степени самостоятельно.

Ранняя стадия альпийского цикла, охватывающая примерно период времени от верхнего мела до среднего эоцена, отмечается в геосинклинальных депрессиях Аджаро-Триалетской, Сомхито-Карабахской, Мисхано-Зангезурской и Севано-Курдистанской зонах Малого Кавказа. С этим периодом связано накопление мощных толщ преимущественно основных и щелочных эффузивов пород подводного происхождения. Эффузивные комплексы сопровождаются суббулканическими телами диабазов, диабаз-монцонитов, дакитов, кварцевых порfirитов и альбитофиров. Глубинные породы этой стадии представлены гипербазитами, образующими офиолитовый пояс Малого Кавказа, а также габбро-диоритами и плагиогранитами, известными в Сомхито-Карабахской и Аджаро-Триалетской зонах.

Средняя стадия проявилась в разных зонах Малого Кавказа неодновременно, обнимая период от среднего эоцена до миоцена включительно. Со складчатостью этой стадии связано образование массивов типа диорито-сиенитов и сиенитов Аджа-

ро-Триалетской зоны Азербайджана, сложного сиенито-гранодиоритового Зангезурского plutона и им подобных.

Поздняя стадия альпийского цикла, приходящаяся на период времени от плиоцена до наших дней, охватила не только площадь Малого Кавказа, но и распространилась на территорию Большого Кавказа. Тектонические деформации сводовых изгибов и крупных разломов этого времени сопровождались внедрением малых интрузий. В пределах Большого Кавказа они слабо развиты. К ним достаточно уверенно в сущности можно относить только лакколиты трахиалипаратов Кавказских Минеральных Вод, штоки подобных же пород Тырны-Ауза, небольшие тела гранодиоритов Чегема. Значительно шире магматизм заключительной стадии альпийского цикла распространен на Малом Кавказе. Он здесь проявился в образовании повсеместно встречающихся малых интрузий основного, кислого и щелочного состава.

Рудные месторождения. На Кавказе известны каледонские, герцинские, киммерийские и альпийские эндогенные рудные месторождения.

Каледонские месторождения Кавказа относятся к неразвитым образованиям.

С ранней стадией каледонского цикла развития связаны рудопроявления, сопровождающие эффузивный комплекс и небольшие интрузии ультраосновных и основных пород. Среди них отмечаются:

1) мелкие скопления и зоны вкрапленных колчеданных руд среди метаморфизованных эффузивов нижнего палеозоя типа балки Мраморной в Передовом хребте;

2) незначительные магматические месторождения хромитов среди змеевиков уруштенского комплекса р. Б. Лабы Большого Кавказа (Беден, Блыбь и др.) и в Мисханском массиве Малого Кавказа;

3) полосы вкрапленных титано-магнетитовых руд в габбролитах р. М. Лабы.

С каледонскими гранито-гнейсами средней стадии связаны незначительные пегматитовые и высокотемпературные гидротермальные рудопроявления. С большой долей условности к ним относятся оловоносные пегматиты Белягидона, а также кварцевые и кварцево-карбонатные жилы и мелкие штокверки с шеелитом, молибденитом, арсенопиритом, халькопиритом и золотом, известные в Передовом и Главном хребтах, преимущественно в бассейнах рек Шехе, Уруп, Бескес и Кяфар. К ним же, с еще большей долей условности, относятся незначительные проявления золотого оруденения в кварцевых прожилках и в пиритной вкрапленности среди древних кристаллических сланцев Дзириульского, Локского и Мисханского массивов. Г. Д. Афанасьев описал интересные карбонатно-баритовые (с стронцианитом) жилы, содержащие апатит и примесь редких

элементов; эти жилы, по его мнению, также связаны с уруштенскими гранитоидами каледонского возраста.

Герцинские месторождения распространены значительно шире каледонских. Среди них выделяются образования, принадлежащие ранней, средней и поздней стадиям развития. В ряду раннегерцинских первое место занимают колчеданные медные и медно-цинковые месторождения, залегающие в различной степени метаморфизованных среднепалеозойских вулканогенных породах Передового хребта. Месторождения эти формировались неоднократно среди них выделяются более ранние среднедевонские (возможно, более древние), к которым принадлежат Уруп, Бескес и др., а также более поздние — нижне-карбоновые месторождения, к которым относится Худес. Среди раннегерцинских серпентинизированных гипербазитов Передового хребта, Дзирульского массива Абхазии известны незначительные проявления магматического хромитового оруднения.

К гранитоидам средней стадии развития герцинского цикла приурочены некрупные пегматитовые и высокотемпературные гидротермальные месторождения, аналогичные подобным же месторождениям каледонского цикла. Простые и дифференцированные пегматиты герцинского возраста широко распространены на площадях развития гранитов Главного хребта и Дзирульского массива. В них известны непромышленные выделения минералов ниобия, тантала, олова, вольфрама, молибдена, мышьяка и золота. С этими пегматитами территориально и генетически тесно связаны кварцево-полевошпатовые, кварцево-турмалиновые и кварцевые жилы с непромышленными для условий настоящего времени скоплениями арсенопирита, шеелита, вольфрамита, молибденита, кассiterита, золота. Примерами описываемой группы месторождений могут служить Кти-Теберда, Уллу-Кам и другие на Большом Кавказе.

С малыми интрузиями гранит-порфиров верхнепалеозойского возраста ассоциируются так называемые «древние» сравнительно незначительные свинцово-цинковые месторождения, составляющие западное звено полиметаллического пояса Северного Кавказа. Они приурочены к «окнам» палеозойских пород, выступающим среди юрских отложений Северокавказской моноклинали (Эльбрус, Чочукулак, Тызыл). К этой стадии герцинской металлогенической эпохи, вероятно, также принадлежат небольшие ртутные месторождения северо-западной части Большого Кавказа (Кышкыт и др.).

Киммерийские месторождения широко развиты на Кавказе и составляют ценную группу промышленных рудных месторождений этой области.

К ранней стадии мезозойской металлогенической эпохи на Кавказе Г. А. Твалчелидзе относит две группы месторождений.

Во-первых, колчеданные, преимущественно серноколчеданные месторождения в кератофирах верхнего байоса Сомхитско-Карабахской зоны Малого Кавказа (Чирагидзор, Кедабек и др.).

Во-вторых, своеобразные проявления медно-цинково-пирротинового (иногда с кобальтом) оруденения, которые следуют северному и южному поясам диабазовых штоков и даек Большого Кавказа (Хуко Бурон, Лабагом, Ларс и др.— на северном склоне, и в Абхазии, Раче, Кахетии и Азербайджане— на южном склоне). К первой группе, кроме того, принадлежат медноколчеданные месторождения в лейасовых спилитокератофировых породах р. Лауры в Закавказье.

К массивам габбро юрского возраста в Нижней и Верхней Сванетии приурочены узкие проявления титано-магнетитового, хромитового и никелевого оруденения. С гранодиоритами Армении связаны мелкие скарновые месторождения магнетитовых руд (Кобо, Шишкерт).

Инtrузия гранитоидных пород средней стадии киммерийского цикла обусловила образование ряда гидротермальных, преимущественно высокотемпературных рудных месторождений. На первое место среди них надо поставить месторождения Тырныаузского рудного поля в Передовом хребте. Основу рудного поля составляет месторождение вольфрамовых и молибденовых руд в скарнах и роговиках ореола эльджуртинских гранитов. По его периферии, образуя ряд последовательных зон, расположены месторождения и рудопроявления олова и висмута, свинца и цинка, сурьмы и ртути. О времени образования Тырныаузского месторождения спорят. Но на основании определения абсолютного возраста эльджуртинских гранитов (100–110 млн. лет, по данным З. В. Студениковой) и наблюдений над взаимоотношениями оруденения с последними можно полагать, что оно скорее всего посленижеюрское.

В связи с теплинским интрузивным комплексом находятся небольшие рудопроявления молибденитовых и арсенопиритовых руд, иногда с вольфрамом, медью и сурьмой (Дъядон, ледник Каскадный и др.). К дайкам и штокам дацитов Горной Рачи— Сванетии приурочены месторождения молибденита и арсенопирита (Кароби, Цана и др.).

К синкладчатым гранитоидным массивам Закавказья приурочены небольшие рудопроявления пегматито-аплитовых и гидротермальных, в основном кварцевых жил с молибденитом, арсенопиритом, шеелитом, кассiterитом и золотом, а также с антимонитом (Схапач, Аршира и др.).

Поздняя стадия киммерийского цикла, так же как и герцинского, характеризуется полиметаллической металлогенией. К этому времени относится формирование свинцово-цинковых месторождений восточного звена полиметаллического пояса Северного Кавказа, в том числе и таких популярных месторождений, как Садон, Зgid, Фаснал и др. Некоторые исследователи

(Г. Д. Ажгирей, И. Н. Ситковский и др.) считают эти месторождения более молодыми, третичными. Однако отсутствие признаков полиметаллического оруденения в известняках верхней юры Садоно-Унальской зоны и другие данные заставляют склониться в пользу предкелловейского времени формирования этих месторождений (А. Д. Ершов, Г. М. Ефремов и др.).

Г. А. Твалчрелидзе по аналогии с Северным Кавказом намечает полиметаллический пояс Южного склона, фиксируемый по мелким свинцово-цинковым рудопроявлениям и крупным баритовым месторождениям (иногда со свинцом), прослеживающимся на расстоянии около 300 км от р. Мзымты на западе до р. Лиахви на востоке (Чорди, Апшра, Тхмори и др.). В этот же период, вероятно, были образованы свинцово-цинковые месторождения в известняках верхней юры Абхазии (Дзышра, Брдзышка и др.). К этой же стадии принадлежат жильные полиметаллические месторождения Дамблуда и Южной Грузии, а также, вероятно, Шаумянское свинцово-цинковое и Кафанское медное в Армении.

Альпийские месторождения Кавказа достаточно разнообразны. В раннюю стадию альпийской металлогенической эпохи были созданы месторождения, связанные с эффузивами, а также с плагиогранитами и с основными и ультраосновными породами. Месторождения первой группы приурочены к толщам эффузивов мезозоя — палеогена Сомхито-Карабахской зоны и представлены медноколчеданными залежами Шамлуга, Маднеули, Шагали-Элиара и др. С ними тесно ассоциируются пластообразные залежи барито-полиметаллических руд Маднеули и Ахталы. В этих же условиях находится метасоматическое месторождение гематитовых и марганцевых руд среди вулканогенных пород верхнего мела в Поладаури, Иджевани и Тетри-Цкаро. С плагиогранитами связаны скарновые месторождения магнетитовых руд, известные на Малом Кавказе (Дашкесанское, Дзамское и др.), а также гидротермальные руды кобальта (Дашкесан).

К массивам ультраосновных и основных пород эоцена Севано-Курдистанской зоны приурочены мелкие шлиры и пятна вкрапленных руд хромита (с платиной) и титано-магнетита (Шорджа, Арамазд и др.).

С гранитными интрузиями средней стадии альпийского цикла ассоциируются медные, медно-молибденовые и молибденовые месторождения Малого Кавказа. К ним принадлежат образования медно-молибденовых и молибденовых руд Мисхано-Зангезурской зоны (Каджаран, Агарак, Парагачай, Дастанкерт).

Самая юная, заключительная стадия альпийской металлогенической эпохи, представлена разнообразными гидротермальными месторождениями, известными не только на Малом, но и на Большом Кавказе. Среди других периодов формирования

Эндогенные рудные месторождения Кавказа

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Каледон-ский	Ранняя	Метаморфизован-ные эфузивы	Мелкие зоны колчеданных руд
		Метаморфизован-ные гипербазиты и базиты	Незначительные проявления магматических руд хромита и титано-магнетита
	Средняя	Гранито-гнейсы	Мелкие пегматитовые и высокотемпературные гидротермальные месторождения и проявления золота, олова, вольфрама, молибдена и мышьяка
	Ранняя	Толщи порфиритов, спилитов и кератофи-ров	Медно-цинковые колчеданные месторождения
		Серпентинизирован-ные гипербазиты	Проявления хромитовых руд
	Средняя	Массивы гранито-дов	Некрупные пегматитовые и высокотемпературные гидротермальные месторождения и проявления tantalа, ниобия, олова, вольфрама, молибдена, мышьяка и золота
Герцинский	Поздняя	Малые интрузии гранодиоритов, грани-тов и гранит-порфи-ров	Гидротермальные свинцово-цинковые и ртутные месторождения
	Ранняя	Толща кератофиров	Серноколчеданные место-рождения
		Пояса штоков и даек диабазов порфи-ритов и андезитов	Месторождения и проявле-ния гидротермальных пирро-тиновых руд с медью, цинком и кобальтом
Киммерий-ский	Ранняя	Мелкие массивы габбро	Проявления титано-магнети-того, хромитового и никеле-вого оруденения

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Киммерийский	Средняя	Конкордантные и дискордантные массивы гранитоидов	Скарновые месторождения вольфрама и молибдена; гидротермальные месторождения и рудопроявления мышьяка (арсенопирита), молибдена, олова, висмута, свинца, цинка, сурьмы и ртути
	Поздняя	Малые интрузии разнообразного состава	Гидротермальные полиметаллические, медные и баритовые месторождения
Альпийский	Ранняя	Толща основных и щелочных эфузивов	Медноколчеданные, баритосвинцовые, гематитовые, марганцевые месторождения
		Гипербазиты и базиты	Проявления хромитовых (с платиной) и титано-магнетитовых руд
		Плагиограниты	Скарновые месторождения магнетита; гидротермальные месторождения кобальта
Средняя	Массивы гранодиоритов и сиенитов	Гидротермальные месторождения молибдена и меди	
	Поздняя	Лакколиты, штоки и дайки пород разнообразного состава	Гидротермальные месторождения ртути, сурьмы, мышьяка (реальгара и аурипигмента), вольфрама, полиметаллов, скарны

эндогенных месторождений эту стадию выделяет развитие сурьмяного, ртутного и мышьякового (реальгар-аурипигментового) оруденения. В этот период были образованы месторождения сложных антимонито-ферберитовых руд (Ноцара и др.), сурьмы (Зопхито, Эдена и др.), ртути (Тиб, Талахиани, Ахей, Эрдо, Хпек и др.), мышьяка (Лухуми, Джульфа и др.), свинцово-цинковых руд (Квайса, Гюмушлуг и др.) и золотых руд (Зод). Обособленно находятся скарновые и жильные гидротермальные месторождения предакчагыльских лакколитов Кавказских Минеральных Вод. Сводные данные об эндогенных рудных месторождениях Кавказа приведены в табл. 3.

Совокупное рассмотрение месторождений всех металлогенических эпох позволяет подметить некоторые общие особенности развития эндогенного оруденения на Кавказе. Среди этих характерных особенностей обращают на себя внимание следующие.

1. Устойчивое преобладание во всех циклах геологического развития кислых дериватов глубинного магматизма при подчиненном проявлении гипербазитовых, базитовых интрузий и их производных; резкое преобладание в связи с этим среди рудных месторождений Кавказа соответствующих групп постмагматических образований цветных и редких металлов, отсутствие промышленных магматических и необычайно редкое проявление скарновых месторождений черных металлов.

2. Прогрессивное сужение геосинклинальных зон каледонского цикла, когда весь Кавказ входил в единую пангеосинклиналь, до альпийского цикла, когда произошло полное осушение остаточных геосинклиналей этой области. Однако при последовательном сужении геосинклинальной площади и локализации стадий собственно геосинклинального развития процессы глубинного магматизма и связанного с ними эндогенного оруденения на всем протяжении геологического развития охватывали всю территорию складчатого Кавказа. В связи с этим процессы формирования эндогенных рудных месторождений на Кавказе можно разбить на две группы: 1) протекавшие в типичных геосинклинальных условиях, 2) происходившие в жестком обрамлении геосинклиналей или вдоль их границ. В первом случае формировались месторождения, обусловленные геосинклинальным режимом и представленные в основном колчеданными образованиями эффузивных комплексов, а также постмагматическими образованиями синкладчатых гранитоидов. Во втором случае создавались постмагматические месторождения, связанные исключительно с синорогенным, но послескладчатыми кислыми интрузиями. Для Большого Кавказа отмечаются очень слабая рудоносность синкладчатых геосинклинальных гранитоидов и различная, в том числе исключительно высокопродуктивная рудоносность синорогенных интрузий и экструзий.

3. Наследованный профиль развития эндогенного оруденения, приводящий к тому, что месторождения типоморфных металлов Кавказа повторялись от одной металлогенической эпохи к другой. Более того, в соответствующие стадии последовательных циклов формировались месторождения одних и тех же определенных металлов. Для ранних стадий типоморфной является медно-цинковая колчеданная формация, месторождения которой известны среди начальных эффузивных комплексов каледонского, герцинского, киммерийского и альпийского

циклов геологического развития. Удивительно выдержаны типоморфная ассоциация совершенно идентичных высокотемпературных гидротермальных месторождений молибдена и арсенопирита, к которым иногда присоединяется шеелит (реже вольфрамит), обусловленная гранитными интрузиями средних стадий каледонского, герцинского, киммерийского и альпийского циклов. Магматизм и оруденение завершающих стадий известны только для трех последних циклов; выдержаными и типоморфными для них являются месторождения свинцово-цинковых руд.

4. Постоянный состав месторождений в ряде структурно-металлогенических зон и поясов, месторождения которых формировались в течение нескольких металлогенических эпох. Примерами этого могут служить полиметаллический пояс Северного Кавказа, колчеданный пояс Передового хребта и осевая часть Главного хребта.

Месторождения западной части полиметаллического пояса созданы в герцинскую, а восточной части этого же пояса — в киммерийскую металлогеническую эпоху. В пределах вулканогенной полосы Передового хребта известны однотипные колчеданные месторождения нижнего палеозоя, среднего девона и нижнего карбона. В осевой зоне Главного хребта в связи с каледонскими и герцинскими, а возможно и киммерийскими гранитами, распространены совершенно идентичные комплексы пегматитовых и высокотемпературных кварцевых жил с молибденитом, шеелитом (вольфрамитом), арсенопиритом и касситеритом.

5. Нарастание продуктивности в формировании рудных месторождений от древних циклов геологического развития к молодым, проявляющееся в том, что вместо мелких месторождений каледонской эпохи были образованы более значительные месторождения герцинского цикла и еще более крупные залежи руд мезозойско-кайнозойского времени, определяющие расцвет эндогенного рудообразования на Кавказе.

Закономерности размещения рудных месторождений. Если в достаточно сильной степени схематизировать геологическое строение Кавказа, то в его пределах можно выделить ряд последовательных зон, обладающих специфическим оруденением. На Большом Кавказе это следующие зоны: 1) Предкавказье и моноклиналь Северного склона, 2) Передовой хребет, 3) Главный хребет, 4) Закавказье. Большой Кавказ отделяется от Малого Кавказа Куринской депрессией, представляющей собой пятую зону. На Малом Кавказе можно выделить: 6) Сомхито-Карабахскую зону, 7) Гипербазитовый пояс Армении, 8) Мисхано-Зангезурскую зону (рис. 5).

Зональное строение Кавказа обуславливает региональную зональность в распределении эндогенных рудных месторождений на его территории.

Первая зона Предкавказья и моноклиналь Северного склона характеризуются отчетливым двухъярусным строением. Нижний ярус сложен сильно дислоцированными палеозойскими отложениями, прорванными палеозойскими же, скорее всего преимущественно герцинскими гранитными интрузиями. Верхний ярус образует пологозалегающие эпиконтинентальные мезозойско-кайнозойские отложения, прорванные вместе с породами цоколя малыми интрузиями киммерийского и альпийского магматических периодов. Наиболее характерно для первой зоны полиметаллическое оруденение. Здесь проходит известный поли-

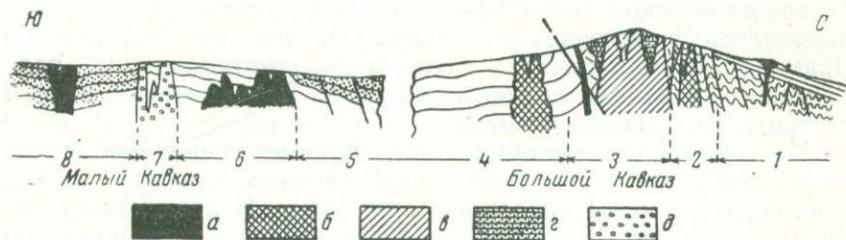


Рис. 5. Схема зонального строения Кавказа

1 — Моноклиналь северного склона; 2 — Передовой хребет; 3 — Главный хребет; 4 — Закавказье; 5 — Куринская депрессия; 6 — Сомхито-Карабахская зона; 7 — гипербазитовый пояс Малого Кавказа; 8 — Мисхано-Зангезурская зона. Интрузии: а — альпийского цикла, б — киммерийского цикла, в — герцинского цикла, г — каледонского цикла, д — гипербазитового пояса Малого Кавказа

металлический пояс Северного Кавказа. Он прослеживается с перерывами от бассейна р. Белой до бассейна р. Баксан, представлен сравнительно небольшими верхнепалеозойскими месторождениями, открывающимися в «окнах» пород нижнего яруса под плащом юрских отложений верхнего яруса (Эльбрус, Чочукулак, Тызыл). Восточная часть пояса, несколько кулисобразно смещенная к югу, образована более значительными месторождениями киммерийской металлогенической эпохи, вытянутыми цепью вдоль крупных продольных разломов и залегающими как в палеозойских гранитах (Садон, Згид и др.), так и в перекрывающих их юрских вулканогенно-осадочных породах (Кадатское, Джимара и др.).

Вторая зона, находящаяся в Передовом хребте, приурочена к мобильно-пластичному поясу, расположенному на стыке геоконтинентального поднятия Главного хребта и моноклинали Северного склона. Она сложена сильно дислоцированными толщами пород преимущественно палеозойского возраста, расчлененными продольными разломами регионального порядка, и характеризуется мощным развитием в ее пределах вулканогенных палеозойских пород, а также дискордантными интрузиями киммерийского и альпийского периодов. Для этой зоны характерны

две группы месторождений: палеозойские колчеданные в эффи-
зивах и вольфрамо-молибденовые скарновые образования
в связи со штоками мезозойских гранитоидов. На площади
этой зоны расположен колчеданный пояс медных и медно-цин-
ковых руд, вытянутый от бассейна р. М. Лабы до бассейна
р. Малка на 150 км. Он фиксируется (рис. 6) по выдержанной
цепи колчеданных месторождений и рудопроявлений (Уруп,
Худес и др.). Вольфрамо-молибденовые руды в скарнах сосре-
доточены в месторождениях Тырны-Ауз.

Третья зона Главного хребта распадается на западную
и восточную части. Восточная часть, покрытая осадочными
отложениями юры, не представляет существенного металлоге-
нического интереса. Западная часть, наоборот, имеет важное
значение для понимания истории геологического развития и
рудоносности Кавказа. Она относится к области стабильного
поднятия, отделяющего с верхнего палеозоя шельф Северного
склона от геосинклинали Южного склона. Эта территория сло-
жена мощным комплексом метаморфических пород, среди кото-
рых развиты широкие поля каледонских гранито-гнейсов и
герцинских гранитоидов. Она резко отличается от прилегающих
к ней с севера и с юга структурно-металлогенических зон свое-
образным оруденением. Причем, хотя месторождения западной
части Главного хребта созданы разновременными гранитоид-
ными интрузиями каледонского и герцинского циклов, они
идентичны и представлены пегматитовыми, кварцево-полево-
шпатовыми и кварцевыми жилами с молибденитом, шеелитом
(вольфрамитом), кассiterитом, арсенопиритом и другими
парагенетическими и минералами. К сожалению, в этом отчет-
ливо выраженным поясе редкометального оруденения Главного
хребта пока не обнаружено промышленных месторождений.

Четвертая зона Закавказья образована мощными гео-
синклинальными отложениями мезозоя, собранными в складки
и прорванными синекладчатыми массивами гранитоидов мезо-
зойского цикла развития, а также штоками и дайками альпий-
ского периода. На эту толщу пород с севера по так называемому
Главному надвигу перемещены кристаллические породы Глав-
ного хребта. В пределах описываемой зоны известны две серии
месторождений: редкометальная и барито-полиметаллическая.
Редкометальная серия месторождений приурочена к северной
части зоны и вытянута вдоль Главного надвига. Эта полоса
редкометального оруденения представляет блестящий пример
региональной зональности в размещении месторождений. Здесь
по направлению от Главного надвига к югу намечаются сле-
дующие рудные пояса:

1) пояс месторождений и рудопроявлений молибдена и
мышьяка (арсенопирита), вытянутый непосредственно вдоль
надвига и образованный рудными узлами, сгруппированными
у малых интрузий средней стадии киммерийского цикла (Ка-

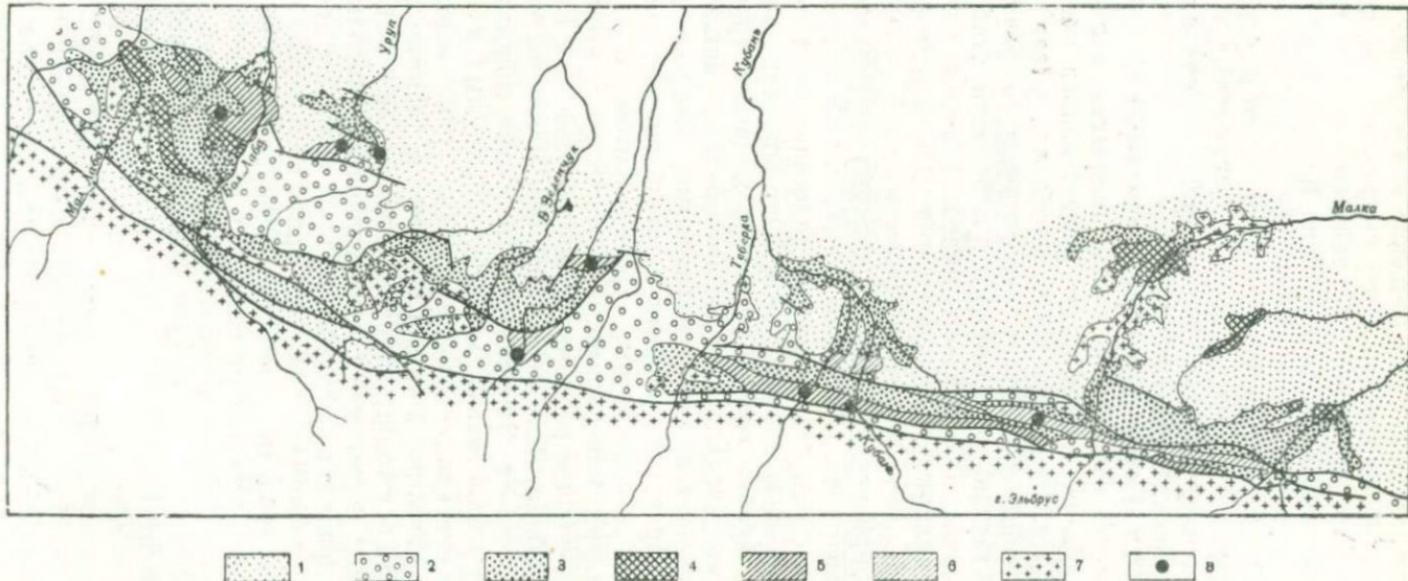


Рис. 6. Схема расположения палеозойских вулканогенных комплексов северо-западной части Большого Кавказа
(по В. И. Смирнову и Т. Я. Гончаровой)

1 — мезозойские отложения; 2 — верхнепалеозойские отложения; 3 — докембрийские, нижне- и среднепалеозойские отложения; 4 — вулканогенный комплекс нижнего палеозоя; 5 — вулканогенный комплекс нижнего—среднего карбона; 6 — вулканогенный комплекс нижнего карбона; 7 — интрузивные породы разного возраста и состава; 8 — колчеданные месторождения

роби, Цана и др.); далее следуют альпийские месторождения (пояса 2, 3, 4);

2) пояс ферберитовых, своеобразных ферберит-антимонитовых и антимонитовых месторождений (Зопхито Сагеби, Ноцара и др.);

3) пояс ртутных месторождений;

4) пояс реальгарово-аурипигментовых месторождений (Кодисдзири, Лухуми и др.).

Наиболее протяженный ртутный пояс прослеживается от р. Бзыби на западе до р. Самур на востоке почти на 600 км и включает месторождения и рудопроявления Абхазии, Верхней Рачи, Северной Осетии и Дагестана (Ахей, Талахиани, Наро-Мамисон, Хпек и др.). К сожалению, в описываемой полосе стройно распределенных месторождений редких металлов пока не обнаружено сколько-нибудь значительных промышленных объектов.

Барито-полиметаллические месторождения киммерийской и альпийской металлогенических эпох занимают южную часть описываемой зоны, образуя здесь полиметаллический пояс южного склона, представленный крупными месторождениями барита (Чорди, Хайши, Апшера и др.) и менее значительными месторождениями и проявлениями свинцово-цинковых руд (Квайса, Тхмори и др.); этот пояс вытянут на 270 км.

Положение первых четырех зон Большого Кавказа показано на рис. 7.

Пятая зона, соответствующая Куринской депрессии, эндогенных месторождений не содержит.

Шестая зона, выделяемая под названием Сомхито-Карабахской, характеризуется широким развитием среднеюрских, верхнемеловых и среднезоценовых вулканогенных комплексов и ассоциирующих с ними месторождений серноколчеданных, медноколчеданных, барито-полиметаллических руд. Они образуют так называемый колчеданный пояс Малого Кавказа, вытянутый на 300 км в пределах Советского Союза и еще на 150 км в Турции (Маднеули, Шамлуг, Ахатала, Чирагидзор, Кедабек, Поладаури и др.).

Седьмая зона представляет собой сравнительно узкий и прерывистый гипербазитовый пояс Малого Кавказа, совпадающий с Севано-Курдистанской тектонической зоной, прослеженной на 350 км. На всем протяжении этой зоны известны лишь мелкие рудопроявления хромитовых и титано-магнетитовых руд, содержащих примесь платины, никеля, кобальта и ванадия, приуроченных к основным и ультраосновным породам начального магматизма альпийского цикла (Шорджа, Джиль и др.). На это оруденение наложено образование золотых руд (с висмутом и теллуром), а также проявлений сурьмы и ртути, обусловленных более поздней (миоцен-плиоценовой) интрузией гранитоидов (Зод и др.).

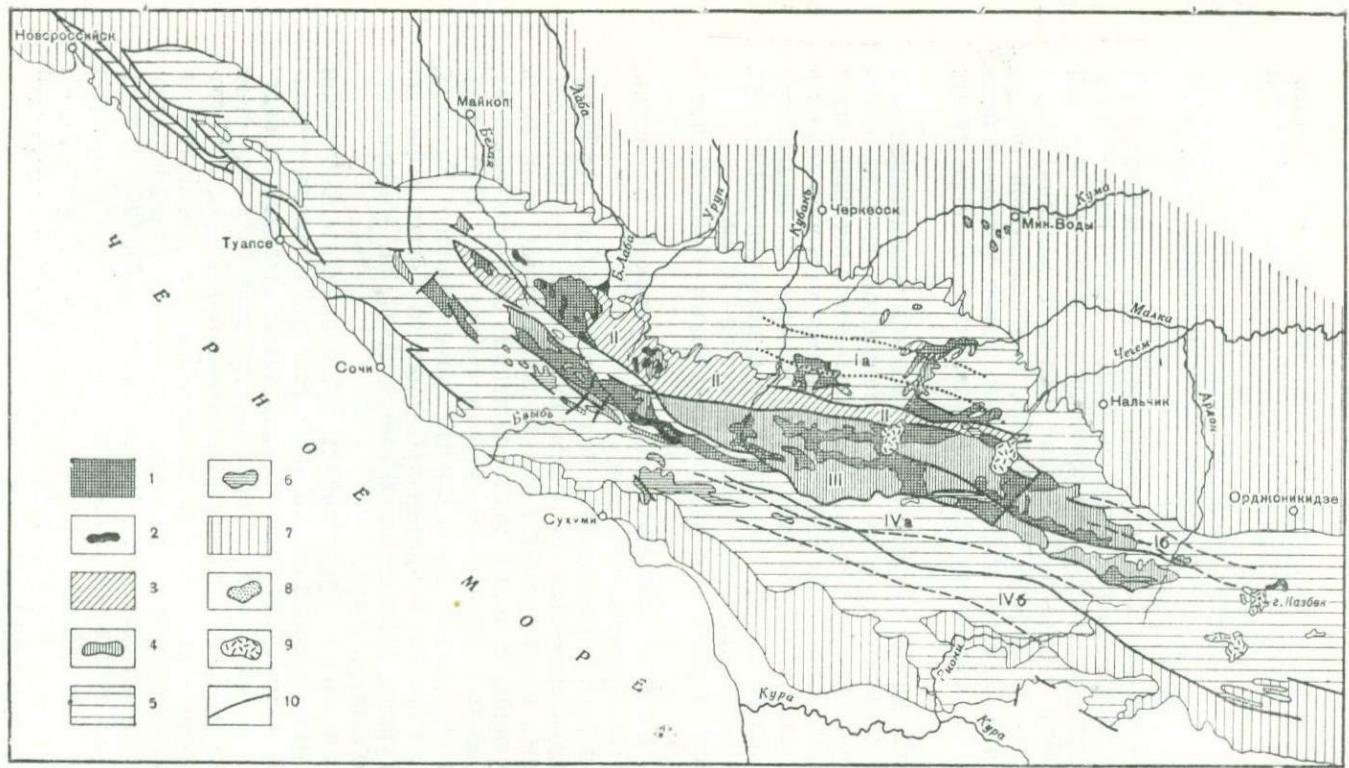


Рис. 7. Схема размещения главных рудных зон Большого Кавказа

1 — каледонский комплекс; 2 — каледонские интрузии; 3 — герцинский комплекс; 4 — герцинские интрузии; 5 — киммерийский комплекс; 6 — киммерийские интрузии; 7 — альпийский комплекс; 8 — альпийские интрузии; 9 — четвертичные лавы; 10 — разломы. I^a — зона палеозойских полиметаллических месторождений; I^b — зона мезозойских полиметаллических месторождений; II — зона палеозойских колчеданных месторождений; III — зона месторождений редких металлов Главного хребта; IV^a — зона месторождений редких металлов Рачи и Абхазии; IV^b — зона полиметаллических месторождений Закавказья

Восьмая так называемая Мисхано-Зангезурская зона характеризуется развитием медных, медно-молибденовых и молибденовых месторождений, вскрывающихся вне покрова молодых лав. Этот медно-молибденовый пояс прослежен на 280 км. В его границах выделяются четыре рудных района — Мисханский, Далиагский, Зангезурский и Дарагесякий, все месторождения которых генетически связаны с крупными складчатыми олигопен-миоценовыми массивами альпийского цикла (Каджаран, Агарак, Мисхана, Парагачай, Дастакерт, Даалаг и др.). Положение последних трех зон в пределах армянской части Малого Кавказа показано на рис. 8.

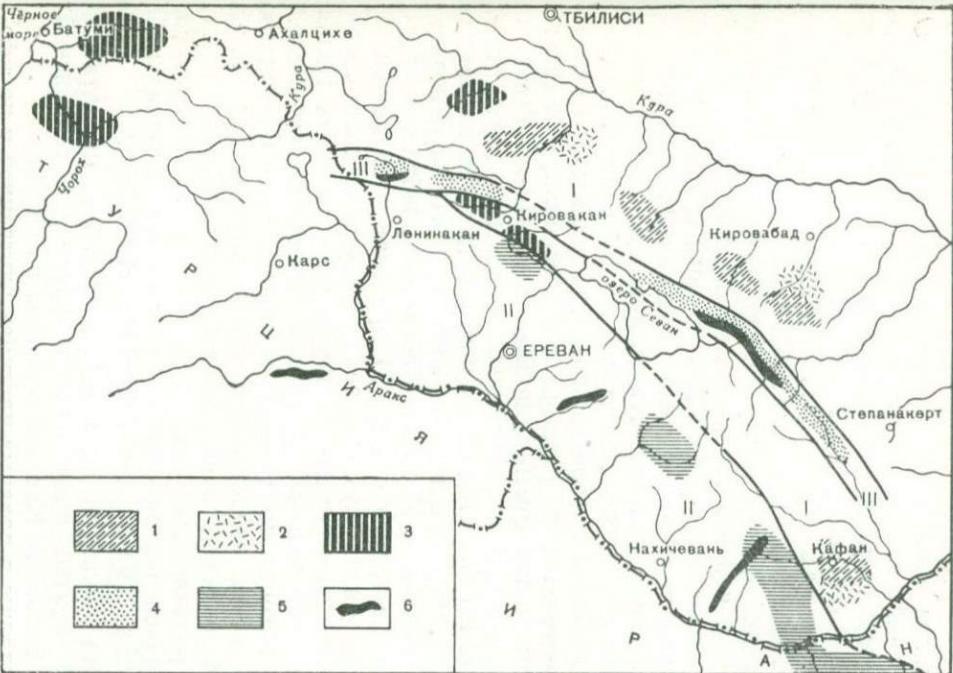


Рис. 8. Схема расположения структурно-металлогенических зон на территории Армении (по И. Г. Магакяну)

Киммерийская металлогенезия: 1 — кохледанное оруднение раннего этапа; 2 — скарновое и гидротермальное оруднение среднего этапа

Альпийская металлогенезия: 3 — колчеданное оруднение раннего этапа; 4 — хромитовое оруднение раннего этапа; 5 — медно-молибденовое оруднение среднего (позднего?) этапа; 6 — золото-рутинно-сурьмяно-мышьяковое оруднение конечного этапа

Структурно-металлогенические зоны: I — Сомхито-Карабахская; II — Мисхано-Зангезурская; III — Севано-Курдистанская

Магматизм и оруденение составных частей геосинклиналей. Особенности магматизма и металлогении крупных тектонических подразделений складчатых областей могут быть рассмотрены на примерах герцинской геосинклинали Большого Кавказа и альпийской геосинклинали Малого Кавказа.

Геосинклиналь Большого Кавказа. Границы герцинской геосинклинали Большого Кавказа из-за позднейших геологических процессов мезозойского и кайнозойского времени, имевших, как известно, в этой провинции активное развитие, устанавливаются с большим трудом. С той или иной степенью уверенности об эволюции этой геосинклинали, ее магматизма и металлогении можно судить лишь по полуоткрытым частям палеозойских пород, известных на Большом Кавказе. Мы не имеем достаточно определенных сведений как о северной, так, особенно, о южной границе этой геосинклинали. Периферические зоны ее перекрыты мощными толщами мезозойских и кайнозойских осадков, пронизанных молодыми магматическими породами. Из под этих отложений обнажается только та часть герцинской складчатой зоны, которую можно наблюдать в осевой части Большого Кавказа, Передовом хребте и по глубоким ущельям Северного склона. В пределах этой довольно широкой полосы могут быть выделены следующие составляющие ее крупные тектонические элементы. Осевая часть Большого Кавказа несет черты внутренней зоны геосинклинали. Та ее область, которая находится на моноклиналь Северного склона, скорее всего представляет собой внутреннюю часть северной периферической зоны геосинклинали. Между ними расположена разделяющая их мобильная зона Передового хребта, явившаяся тектоническим рвом на геосинклинальной стадии развития рассматриваемой складчатой области.

Общая схема эволюции поднятий и прогибов, магматизма и металлогении кратко описываемого фрагмента герцинской геосинклинали Большого Кавказа показана на рис. 9.

В раннюю стадию в плавных прогибах внутренней и периферической зон геосинклинали накапливались обычные обломочные, терригенные и карбонатные осадки. Магматизм и сопутствующее ему эндогенное оруденение в этих зонах на ранней геосинклинальной стадии не проявились. Совершенно иначе развивался процесс в зоне геосинклинального рва мобильной зоны Передового хребта. Геологическое строение этой зоны, по данным Д. С. Кизевальтера, определяется наличием в ее пределах крупных продольных длительно развивавшихся разломов, разрезающих ее на ряд тектонических пластин, то педально-погружающихся на значительную глубину, то выжимающихся кверху. В раннюю стадию геосинклинального развития, на общем фоне плавного прогибания описываемой части герцинской геосинклинали, отдельные тектонические пластины мобильной зоны опускались значительно интенсивнее, образо-

вывая своеобразные узкие тектонические рвы, ограниченные крупными разломами. Вдоль этих разломов изливались лавы, происходили выбросы туфов и внедрялись некрупные тела гипербазитовых и базитовых магм. Таким образом, были сфор-

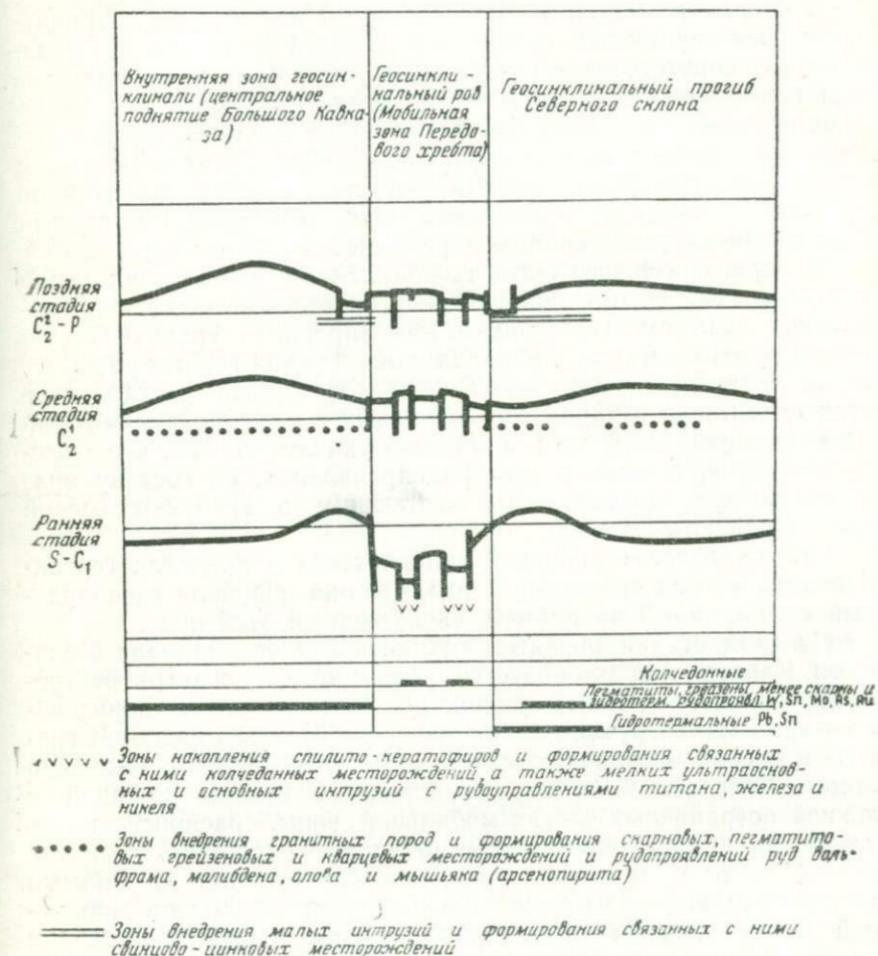


Рис. 9. Схема эволюции фрагмента герцинской геосинклинали Большого Кавказа, ее магматизма и металлогении

мированы пояса субмаринных спилито-кератофировых и порфиритовых вулканогенных пород и тесно пространственно и генетически связанных с ними медных и цинково-медных колчеданных месторождений.

Как уже указывалось выше, выделяются две полосы таких пород и ассоциированных с ними колчеданных месторождений.

Северная полоса приурочена к узкому рву среднедевонского возраста (месторождения Уруп, Бескес и др.). Возникшая позднее ее и расположенная к югу вторая полоса вулканогенных пород выполняет узкий ров нижнекарбонового возраста (месторождение Худес и др.).

В среднюю стадию произошел общий подъем рассматриваемой части герцинской складчатой области Большого Кавказа, которому сопутствовало внедрение крупных батолитических масс герцинских гранитов. На месте внутренней зоны возникло срединное поднятие осевой части Большого Кавказа, интрудированное крупными телами гранитоидов. Среди них отмечаются слабо развитые разновидности умеренно кислых гранитоидов и огромные площади нормальных гранитных пород, с которыми связаны выше упомянутые редкометальные месторождения.

В периферической части геосинклинали, в пределах моноклинали Северного склона, также произошло внедрение герцинских гранитов («северные» или «красные» граниты). Они обнажаются на малых площадях лишь в узких горных ущельях. Из-за ограниченных размеров выходов судить о характере этих гранитов и о характере связанных с ними постмагматических месторождений нельзя. Можно указать только, что отмечаются приуроченные к ним рудообразования, тяготеющим к гранитам осевой части Большого Кавказа.

Главная фаза герцинской складчатости в пределах геосинклинального рва сказалась в том, что она оборвала своеобразный субмаринный вулканизм, свойственный этой зоне.

Поздняя стадия развития герцинской геосинклинали Большого Кавказа характеризуется режимом, переходным от геосинклинального к платформенному. Магматизм ее определяется малыми интрузиями диорит-порфиритов, гранодиорит-гранит- и сиенит-порфиров, следовавшими вдоль зон крупных разломов. Вследствие этого они сосредоточились в северной и южной пограничных частях мобильной зоны, распространяясь также на прилегающие к ним площади срединного поднятия осевой части и моноклинали Северного склона. С малыми интрузиями, вытянутыми параллельно северной границе мобильной зоны, связаны вышеупомянутые свинцово-цинковые палеозойские месторождения Северного Кавказа (Эльбрус, Чочукулак, Тызыл).

Из-за невозможности наблюдать полное сечение герцинской складчатой области на Большом Кавказе оказывается невозможным выделить полный набор ее внутренних тектонических элементов и составить их металлогеническое описание. Такую характеристику можно дать только для внутренней зоны геосинклинали, вероятно, лишь отчасти вскрывающейся в осевой области Большого Кавказа, и для зоны геосинклинального рва Передового хребта.

Внутренняя зона герцинской геосинклиналии Большого Кавказа относится к категории наиболее сложных частей этой провинции. Сложность ее геологического строения, магматизма и металлогенеза обусловлена совмещением в ее пределах продуктов геологических процессов ряда циклов геологического развития. Ее внутреннее строение определяется наличием комплексов пород геологических структур и месторождений допалеозойского, каледонского, герцинского, киммерийского и, возможно, альпийского циклов геологической истории. Однако, если отвлечься от образований предшествовавших герцинскому циклу и за ним следовавших, то срединное поднятие осевой зоны Большого Кавказа, соответствующее части внутренней зоны герцинской геосинклиналии, выступает как структура достаточно простая и ясная в геологическом и металлогеническом отношении. Она характеризуется как срединное поднятие осевой области геосинклиналии, испытавшее одноактное внедрение гранитной магмы в среднюю стадию герцинского цикла развития, в период основной складчатости, приведшее к размещению в ее пределах крупных батолитических масс гранитных интрузивов и ассоциированных с ними мелких месторождений и рудопроявлений пегматитов и грейзенов с локальными скоплениями минералов вольфрама, олова, молибдена, золота и мышьяка; отмечаются также единичные рудопроявления этих металлов в небольших залежах скарнов.

Зона геосинклинального рва герцинской геосинклиналии выделяется как отчетливый самостоятельный сектор герцинской геосинклиналии и образованный на ее месте герцинской складчатой области Большого Кавказа. Исключительно в ее пределах локализованы субмаринные вулканогенные породы ранней стадии геосинклинального развития и заключенные среди них колчеданные месторождения меди и цинка. Однако она отличается от подобных ей геосинклинальных рвов других провинций, например Урала, слабым проявлением глубинного магматизма перidotитовой базальтовой магмы и в связи с этим отсутствием в ее пределах промышленных магматических месторождений.

Геосинклиналь Малого Кавказа. В данном случае имеется в виду альпийская геосинклиналь Малого Кавказа, расположенная между Куриным прогибом и Ираном. Она представляет собой лишь фрагмент широкой альпийской геосинклиналии, краевые части которой были расположены далеко к югу и к северу. Рассматриваемый здесь геосинклинальный фрагмент целиком относится к внутренней зоне альпийской геосинклиналии. Однако в его пределах выделяются три части: 1) северная — Сомхитско-Ганджинско-Карабахская, по К. Н. Паффенгольцу; Алaverды-Кафанская, по И. Г. Магакяну или Сомхитско-Карабахская, по Г. А. Твалчелидзе, характеризующаяся накоплением мощных вулканогенных толщ, смя-

тых в складки и прорванных плагиогранитами ранней стадии геосинклинального развития; 2) центральная — Севано-Амасийская, по И. Г. Магакьяну или Севано-Курдистанская, по Г. А. Твалчрелидзе, соответствующая сравнительно узкой мобильной тектонической зоне разломов, разделяющей северную и южную части и использованной для внедрения ультраосновных и основных интрузий на ранней стадии, а также малых дакитовых интрузий на поздней стадии геосинклинального развития; 3) южная — Армянская, по К. Н. Паффенгольцу, Памбак-Зангезурская, по Г. А. Твалчрелидзе, отвечающая Памбак-Зангезурскому антиклиниорию, прорванному гранитоидными интрузиями средней стадии геосинклинального развития.

Схема развития этих частей геосинклинали изображена на рис. 10.

Ранняя стадия их геосинклинального развития может быть подразделена на два этапа. В первый — начальный этап от средней юры до нижнего мела включительно, — в северной зоне происходило накопление мощных субмаринных вулканогенных толщ порфиритового и в меньшей степени кератофирового состава; южная зона в это время была приподнята и представляла собой геоантиклинальный выступ. Во второй этап ранней стадии (от верхнего мела до олигоцена включительно) геосинклинальное погружение охватило всю область, за исключением, может быть, осевой части северной зоны, приподнятой в связи с предсепноманскими тектоническими движениями. В эту раннюю, собственно геосинклинальную стадию геологического развития, на Малом Кавказе были сформированы три комплекса магматических пород и сопровождающих их месторождений. Во-первых, комплекс субмаринных вулканогенных пород порфиритового, в меньших размерах кератофирового и порфиритового состава, формировавшийся в пределах геосинклинального прогиба северной зоны в течение средней и верхней юры, нижнего и верхнего мела, а также палеогена; с туфо-эффузивами этого комплекса тесно ассоциированы суббулканические, согласные и секущие малые тела дакитов, кварцевых порфиров и альбитофиров; с ним связаны серноколчеданные, медноколчеданные иногда с баритом, цинком и свинцом месторождения северной зоны (Алаверды, Шамлуг, Ахтала, Кафан, Чирагидзор, Маднеули и др.). Во-вторых, комплекс дунитов, пироксенитов и габбро верхнемелового и палеогенового времени, вытянутый цепью некрупных интрузий вдоль разломов центральной зоны, сопровождающийся мелкими магматическими рудопроявлениями хрома, никеля, платины, асбеста и магнезита. В-третьих, комплекс верхнемеловых и палеогеновых, а также, возможно, верхнеюрских плагиогранитов и гранодиоритов, сосредоточенных в северной зоне вместе с сопутствующими им скарновыми месторождениями и многочисленными

рудопроявлениями железа (Дашкесан, Судагян и др.), иногда кобальта (Дашкесан) и меди (Сусимадан).

В среднюю стадию в результате инверсии на месте прогиба южной зоны возник антиклиниорий, формирование которого

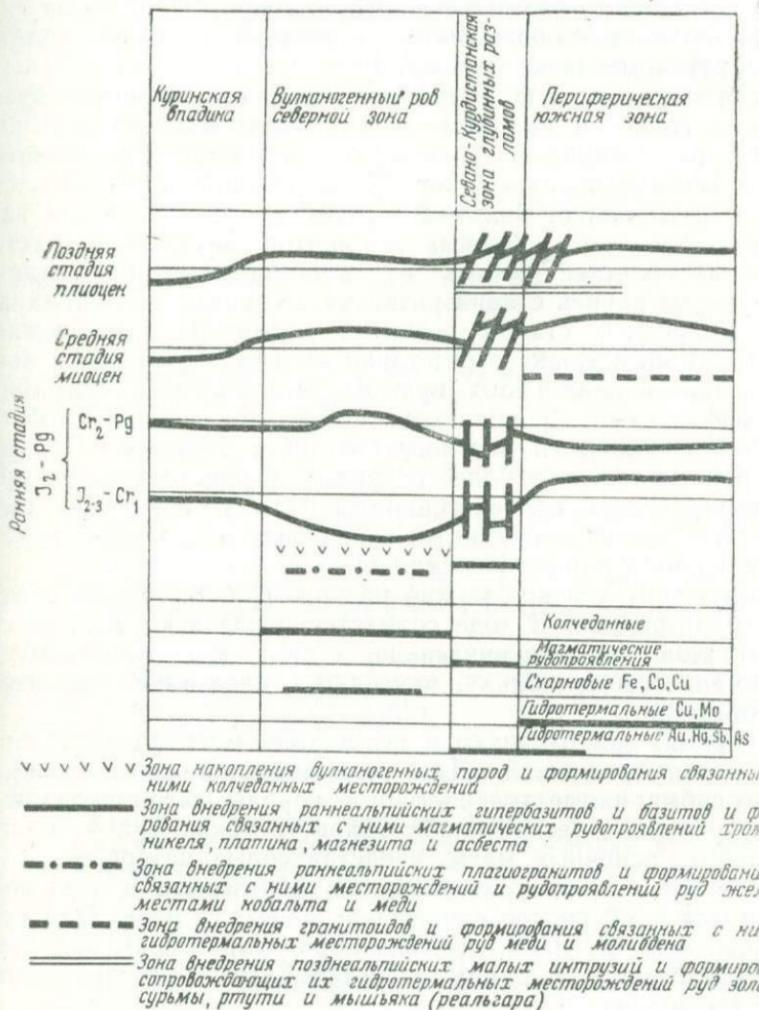


Рис. 10. Схема эволюции фрагмента альпийской геосинклинали Малого Кавказа, ее магматизма и металлогении

сопровождалось внедрением гранитоидов, и произошло общее поднятие и осушение описываемого отрезка геосинклинальной системы. Олигоцен-миоценовые гранитоиды средней стадии южной зоны образуют непрерывный ряд пород, включающий габбро-пироксениты, монцониты, гранодиориты, граниты, щелоч-

ные и нефелиновые сиениты. С ними связаны гидротермальные месторождения медно-молибденовых руд (Каджаран, Агарак, Парагачай, Дастанкерт и др.).

В позднюю стадию вдоль тектонических разломов южной и центральной зоны внедрялись малые интрузии гранодиорит-порфиров, андезито-дацитов и дацитов, сопровождавшихся гидротермальными месторождениями иrudопроявлениями золота, сурьмы, ртути, мышьяка (реальгар).

Таким образом, в поперечном сечении описываемого здесь отрезка альпийской геосинклинали Малого Кавказа нет полного набора стандартных элементов, свойственных полному сечению геосинклинальных зон. Зато геосинклиналь Малого Кавказа представляет большой интерес для рассмотрения взаимоотношения двух важных элементов внутренних частей складчатых областей: поясов вулканогенных и сопровождающих их пород ранней стадии развития и поясов гранитоидных интрузий средней стадии развития подвижных зон земной коры. На Малом Кавказе отчетливо выделяется северная зона раннего геосинклинального прогиба, выполненная субмаринными эфузивами, прорванными субвулканическими альбитофирами и глубинными плагиогранитами, а также соседствующая с ней южная зона более позднего геосинклинального прогиба, выполненная вулканогенно-осадочными породами, смятыми в складки и прорванными гранитоидами в момент инверсии — в период главных фаз складчатости.

Первую зону условно можно назвать вулканогенной, а вторую — гранитоидной. В ходе совместного развития этих соседних зон, резко различающихся по своему магматическому и металлогеническому облику, отмечаются следующие характерные особенности.

Во-первых, они отличаются по составу магматических продуктов и месторождений. Для вулканогенной зоны типичны мощные субмаринные вулканогенные породы, ассоциированные с ними субвулканические альбитофиры, а также гранитоидные производные основных магм, представленные натровыми плагиогранитами и гранодиоритами; они образовали в этой зоне колчеданное и скарновое оруденение железа и меди. Для гранитоидной зоны из магматических пород характерны калиевые граниты и связанные с ним гидротермальные месторождения меди и молибдена.

Во-вторых, зоны обладают резкой границей без признаков магматического и рудно-генетического смешивания или взаимо-переходов. Граница эта тектоническая, выраженная узкой полосой крупных разломов, использованных интрузиями ультраосновных и основных магм ранней стадии геосинклинального развития.

В-третьих, вулканогенная зона закладывается ранее, развивается длительное время и консолидируется без инверсии. Гра-

нитоидная зона закладывается по соседству с вулканогенной позднее и консолидируется в период главных фаз складчатости по принципу инверсии. Гранитоидная зона Малого Кавказа отличается некоторыми специфическими чертами рудоносности. В ее пределах нет значительных месторождений пегматитовой и грейзеновой группы, а ее гидротермальные месторождения характеризуются значительными концентрациями лишь двух металлов — меди и молибдена. По своему характеру она скорее принадлежит к периферическим, а не к внутренним геосинклинальным областям.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Абдуллаев Р. Н., Азизбеков Ш. А. и др. Основные черты металлогении Азербайджана. «Советская геология», 1958, № 4.

Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Арм. геол. упр. Ереван, 1957.

Афанасьев Г. Д. Геология магматических комплексов Северного Кавказа и основные черты связанный с ними минерализации. Тр. ин-та геологии рудных месторожд., петрограф., минералог. и геохим., вып. 20. Изд. АН СССР, 1958.

Белоусов В. В. Большой Кавказ. Сб. III. Тр. ЦНИГРИ, вып. 127, 1939.

Белянкин Д. С. К вопросу о интрузиях Центрального Кавказа. Изв. АН СССР, сер. геолог., 1939, № 2.

Варданянц Л. А. Неоинтрузии, их оруденение и связь с тектоникой в Главном Кавказе. Изв. АН СССР, сер. геолог., 1939, № 2.

Гамкрелидзе П. Д. Основные черты тектонического строения Грузии. Тр. Геол. ин-та, сер. геолог., т. X (ХV). Изд. АН СССР, 1957.

Грушевской В. Г. Раздел в кн.: «Геологическое строение СССР», т. II, Госгеолтехиздат, 1958.

Дзоценидзе Г. С. О роли эфузивного вулканизма в образовании месторождений полезных ископаемых (на примере Грузии). Вопросы магматизма и металлогении СССР. Материалы ко II Всесоюзн. петрограф. совещ. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1958.

Ефремов Г. М. Два типа гранитоидов Главного Кавказского хребта и особенности их металлогении. «Советская геология», 1941, № 2.

Заридзе Г. М. Происхождение гранитоидов и рудоносность на примере Кавказа. «Советская геология», 1958, № 4.

Кашкай М. А. Основные черты металлогении и металлогеническая карта Азербайджана. Материалы научн. сессии по металлогенич. и прогноз. картам. Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, 1958.

Кизевальтер Д. С. О строении и развитии Передового хребта Северного Кавказа. Изв. АН СССР, сер. геолог., 1948, № 6.

Котляров В. Н. О металлогении эоценовой эпохи на Малом Кавказе. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. I. Изд. АН СССР, 1958.

Магакьян И. Г. Основные черты металлогении Армении. «Советская геология», № 7, 1959.

Магакьян И. Г., Мкртчан С. С. Генетическая связь оруденения с магматизмом (на примере Малого Кавказа). В ст. «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых». Госгеолтехиздат, 1960.

Мкртчан С. С. Металлогения Армении. В сб.: «Металлогенические и прогнозные карты». Изд. Каз. АН СССР, Алма-Ата, 1959.

Паффенгольц К. Н. Геология Армении. Изд-во АН Арм. ССР, 1948.

Ренгартен В. П. Общий очерк тектоники Кавказа. Тр. XVII сессии МГК, 1937, т. II. Госгеолиздат, 1939.

Робинсон В. Н. Этапы тектонического развития центральной области Большого Кавказа. Геол. сб. Львовск. геол. об-ва, № 5—6, 1958.

Смирнов В. И. Некоторые черты металлогенеза Большого Кавказа. Материалы по геологии и металлогенезу Кавказа. Тр. Кавказской экспедиции МГУ, т. 2, 1959.

Студеникова З. В., Кнорре К. Г. О возрасте гранитов Северного Кавказа «Геохимия», 1957, № 7.

Сулейманов С. М. Основные черты геологического строения и металлогенеза северо-восточной части Малого Кавказа. Уч. зап. Азерб. гос. ун-та им. Кирова, № 4, 1956.

Твалчрелидзе Г. А. Эндогенная металлогенез Грузии. Госгеолтехиздат, 1961.

Тогонидзе Г. И. Рудные месторождения Горной Рачи. Тр. Грузин. политехн. ин-та, № 8 (1956). Геологический сборник, Тбилиси, 1957.

Хани Б. Е., Леонтьев Л. Н. Основные этапы геотектонического развития Кавказа. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XXV, вып. 3, 4, 1950.

Харчук Л. П. Поперечные структуры Северного Кавказа и их роль в контроле оруденения. Бюлл. Научн.-технич. информ. № 1(6), 1957.

Щербаков Д. И. Высокотемпературные рудные формации Центрального Кавказа. Вопр. минералог., геохим. и петрограф. Изд. АН СССР, 1946.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПРОЧИЕ АЛЬПИЙСКИЕ ПРОВИНЦИИ

(КАРПАТЫ, КОПЕТ-ДАГ И ПАМИР)

Карпаты. Эндогенная металлогенез Карпат характеризуется полиметаллическим и ртутным, в меньшей степени сурьмяным и мышьяковым оруденением верхнеплиоценового возраста. На небольшом участке Советской части Карпат (Закарпатье) все эти месторождения относятся к заключительной стадии альпийского цикла развития Карпатской складчатой системы и связаны с неогеновым наземным вулканализмом. Насчитывается пять фаз вулканической деятельности (Малеев 1960). В первую фазу (бурдиган — нижний тортон), давшую мощную толщу дацитовых туфов, оруденение не проявилось. Во вторую фазу (верхний тортон), ознаменовавшуюся излиянием андезитов, дацитов и экструзий липаритов, рудные месторождения также не формировались. В третью фазу (паннон) произошло излияние андезито-базальтовых лав и экструзия дацитов; с этой фазой связана полиметаллическая минерализация. В четвертую (левантин) и пятую фазу (раннечетвертичное время) были образованы лавовые покровы андезитов и базальтов, а также внедрялась очередная серия дацитов. Одного возраста с дацитами штоки кварцевых габбро-диабазов, гранодиорит-порфиров и диорит-порфиров; с ними связано ртутное оруденение.

Среди эндогенных месторождений Советских Карпат выделяются пять разновидностей: две первые из них принадлежат третьей фазе, две последующие — пятой фазе, а последняя —

объединяет в своем составе минеральные комплексы как раннего, так и позднего оруденения. Эти разновидности следующие (Мерлич, 1957):

1) полиметаллические месторождения, образованные в третью фазу вулканической активности; они известны в Вышковском и Береговском районах и состоят из кварцевых жил с пирротином, пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, тетраэдритом, пирагиритом, баритом, анкеритом и кальцитом;

2) ртутные месторождения, сформированные в последнюю стадию той же фазы; они имеют характер штокверков, зон вкрашенных руд и мелких гнездовых стяжений, сложенных киноварью, а также метациннабаритом, марказитом, антимонитом, халцедоном, баритом и карбонатами;

3) ртутно-мышьяковые рудопроявления пятой фазы эфузивной деятельности, известные в Драговском районе и характеризующиеся присутствием в их составе киновари и реальгара, сопровождаемых метациннабаритом, марказитом и кальцитом;

4) сурьмяно-мышьяковые рудопроявления той же фазы, распространенные в Петрошской рудной зоне (см. ниже), состоящие из горного хрустала, антимонита, реальгара и аурипигмента;

5) комплексные свинцово-цинково-рутные рудопроявления, находящиеся в Вышковском районе и образованные в результате совмещения продуктов ранней и поздней фаз верхнеплиоценового оруденения; для них характерно дробление минеральных агрегатов ранней фазы (пирит, сфалерит, галенит) и цементация их минеральными выделениями поздней фазы (киноварь, кальцит).

Все эти месторождения и рудопроявления сосредоточены в пределах трех узких зон, вытянутых согласно общему структурному плану Советских Карпат. Самая южная Чопско-Вышковская рудоносная зона располагается на границе Закарпатского прогиба и Венгерской впадины и приурочена к Чопско-Вышковскому антиклинальному поднятию донеогенового фундамента. Следующая к северу рудоносная зона располагается в сводовой части и на южном крыле Главного антиклиниория. Последняя — Петрошская рудоносная зона — приурочена к Петрошской антиклинальной зоне Центрально-Карпатских структур.

Все эти зоны, по данным Б. В. Мерлича (1957), вытянуты вдоль стыка областей различного тектонического режима, отличающихся как знаками, так и скоростью тектонических движений, приведших к развитию по их границам крупных продольных разломов. Месторождения в пределах рудоносных зон обычно сосредоточены в тектонических узлах, обусловленных пересечением продольных и поперечных разломов. К такого рода узлам часто приурочены небольшие в поперечнике, но протяженные на глубину штоки дорудных гипабиссальных ин-

рузий гранодиорит-порфиров, диорит-порфиров и кварцевых габбро-диабазов пятой фазы магматической деятельности. Эти хрупкие породы, разбитые большим количеством трещин, нередко и локализуют оруденение, особенно ртутное.

Копет-Даг. Горная цепь Копет-Дага, возвышающаяся на юге Туркменской ССР, вдоль ее границы с Ираном, представляет собой молодое складчатое сооружение, возникшее во второй половине третичного периода на месте существовавшего в течение юрского, мелового и палеогенового времени геосинклинального прогиба. Во вскрытой эрозией части разреза в пределах СССР Копет-Даг сложен в основном меловыми и третичными отложениями, из-под которых в размытых ядрах антиклиналей местами выступают верхние горизонты верхней юры. Слагающие Копет-Даг породы образуют систему складок, осложненных крупными продольными разломами. Металлогения Копет-Дага, так же как и Карпат, в основном определяется молодым альпийским ртутным оруденением. Здесь известны серия проявлений и два небольших месторождения ртутных руд (Кара-Ельчи и Курщурли). Последние представляют собой кальцитовые жилы с киноварью, приуроченные к разломам в песчаниках нижнего мела.

Памир. Эта типичная полициклическая провинция, в пределах которой хотя и нет значительных месторождений, но имеется серия рудопроявлений, сформированных в широком интервале времени от палеозоя, а может быть, более древнего периода, до третичного периода включительно. По данным Н. К. Морозенко (1958), здесь можно наметить четыре возрастных группы эндогенных месторождений и рудопроявлений.

К первой, по-видимому, наиболее древней группе принадлежат месторождения флогопита, горного хрусталия в пегматитах и ляпис-лазури, находящиеся среди глубоко метаморфизованных толщ юго-западного Памира; время формирования этих месторождений неопределено, хотя они заведомо не моложе герцинской эпохи.

К второй группе относятся рудопроявления герциńskiej эпохи. С интрузиями ультраосновных и основных пород ранней стадии герцинского цикла связаны месторождения асбеста (например, Бунай). С последующей интрузией гранодиоритов ассоциируются проявления магнетито-пирротинового и шеелитового оруденения. С завершающей интрузией альбитовых гранитов связана золотоносность Памира.

К третьей группе принадлежат гидротермальные месторождения горного хрусталия, с язгулемским гранитным комплексом киммерийского цикла.

К четвертой, наиболее южной группе относятся гидротермальные рудопроявления полиметаллического состава, ассоциированные с альпийскими гранитами юго-восточного Памира (Базарда, Тохтамыш и др.), кварцевые жилы с молибденитом

(Зулум-Арит) и мелкие скопления скарнов с магнетитом, гематитом и сульфидами. В эту же группу входит телетермальное рудопроявление вкрапленных свинцово-цинковых руд в доломитизированных известняках верхнего мела в Дарвазе (Иокунъж).

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Абдуллаев Х. М. Магматизм и связанные с ним металлогенические процессы в Средней Азии. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1958.

Малеев Е. Ф. Главнейшие этапы развития неогенового вулканализма в Советских Карпатах и связанная с ними металлогения. Докл. сов. геолог. XXI сесс. МГК. Изд. АН СССР, 1960.

Мерлич Б. В. Закономерности формирования ртутного оруденения в Закарпатье. Автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. геол.-мин. наук. Львовск. гос. ун-т, 1957.

Морозенко Н. К. Раздел в книге «Геологическое строение СССР», т. II. Госгеолтехиздат, 1958.

Раздел второй

КИММЕРИЙСКИЕ (МЕЗОЗОЙСКИЕ) ПРОВИНЦИИ

К киммерийским (мезозойским) провинциям относится Забайкальско-Приморская.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ И ДАЛЬНИЙ ВОСТОК

Имеется в виду рудная провинция, расположенная к югу от Яблонового и Станового хребтов (от южной окраины Байкальской складчатой области) до государственной границы с Монгoliей и Китаем. В широтном направлении она вытянута от р. Селенги до гряды Курильских островов на 3200 км. Характеристика этой рудной провинции приводится главным образом по данным Н. А. Беляевского (1956), Ю. А. Билибина (1961), Г. П. Воларовича (1959), Ив. Ф. Григорьева и Е. И. Доломановой (1956), Я. Д. Готмана и М. Г. Руб (1960), М. И. Ицикsona, В. С. Кормилицына, Л. И. Красного и В. Т. Матвеенко (1960), В. Н. Козеренко (1956, 1960), А. Н. Криштофовича (1938), П. Н. Кропоткина (1954), Г. С. Лабазина (1958), О. Д. Левицкого (1954), Г. Д. Падалки (1960), Е. А. Радкевич (1958), М. П. Русакова (1937), С. С. Смирнова (1944), М. А. Фаворской (1959), Ф. К. Шипулина (1957), А. Д. Щеглова (1960), А. А. Якжина (1955).

Циклы и стадии развития. Описываемая провинция соответствует Монголо-Охотской складчатой области с ее южной Приморской ветвью. В истории геологического развития и формирования рудных месторождений намечаются три цикла: герцинский *, мезозойский и альпийский.

* По мнению А. А. Богданова (устн. сообщ.), в пределах Тихоокеанского пояса каледонский и герцинский этапы развития слиты в единый цикл; М. И. Ициксон и др. (1960) относят этот цикл развития к более древнему синийско-кембрийскому периоду.

Площадь распространения герцинских комплексов пород и сопровождающих их месторождений расположена в основном к западу от Центральной зоны хребта Сихотэ-Алинь. Она полностью перекрывает сферой развития киммерийских месторождений, распространяющейся несколько далее к востоку до Приморской зоны Сихотэ-Алиня. В Центральной зоне Сихотэ-Алиня территория распространения киммерийских месторождений в свою очередь перекрывается областью формирования альпийских месторождений, протягивающейся далее к востоку с захватом, кроме Приморской зоны Сихотэ-Алиня, также Сахалина и Курильской гряды (см. рис. 1). Проявления альпийской металлогении, известные западнее, не имеют площадного распространения.

Там, где область развития киммерийской металлогении перекрывает площадь проявления герцинских месторождений, а альпийская рудоносная зона накладывается на киммерийскую, месторождения более ранних циклов, естественно, распространены не повсеместно, а только на участках, сложенных комплексами пород, относящихся к этим циклам. Но выделить эти участки из-за фрагментарности геологического строения описываемой территории по сводной карте СССР трудно. Они могут быть оконтурены лишь на картах Монголо-Охотской и Приморской складчатых областей более крупного масштаба. В этом случае на площади совмещения герцинских и киммерийских месторождений наметятся участки их совместного проявления в пределах таких зон, как Восточно-Забайкальская, Тукуриングра, Зейско-Шантарская, Хингано-Буреинская, Вандаланская, Уссурийская, Центрального Сихотэ-Алиня и средней части Сахалина (по Н. А. Беляевскому и др.). При наличии в пределах описываемой территории месторождений трех циклов геологического развития она тем не менее относится к бициклическим рудным провинциям, так как здесь совмещаются площади распространения месторождений либо герцинского и киммерийского циклов (на большей западной части провинции), либо киммерийского и альпийского циклов (в Центральном Сихотэ-Алине). Приморская зона Сихотэ-Алиня, Сахалин и Курильские острова относятся к зоне альпийской металлогении.

Особое место занимает так называемый Буреинский массив, который рассматривается как выступ Китайской платформы, по своему геологическому строению и комплексу полезных ископаемых подобный Алданской плите и зоне Становика; его целесообразно рассматривать совместно с последними.

Герцинский цикл — от силура до девона — нижнего карбона включительно — характеризуется ранней геосинклинальной стадией развития, с которой связано накопление мощных толщ терригенных, карбонатных и эфузивных, преимущественно спилито-диабазовых пород; позднее в результате

зеленокаменного изменения превращенных в разного рода метаморфические сланцы. Возможно, к этой же стадии относятся локальные интрузии ультраосновных и основных пород, известные, например, на Шантарских островах, в юго-восточной части Восточного Забайкалья и в других районах.

В посленижнекарбоновое время проявились процессы средней стадии развития герцинской геосинклиналии, с которыми связана главная складчатость герцинского цикла и внедрение крупных тел гранодиоритовых и гранитных пород. К сожалению, детали процессов этой стадии повсеместно не изучены и последовательность внедрения различных гранитоидных пород не определена. Лишь в некоторых районах, как например в Восточном Забайкалье, выделяются гранитоиды двух последовательных интрузивных этапов: ранние — умеренно кислые и поздние — нормальные и крайне кислые (Козеренко, 1960).

Поздняя стадия развития герцинского цикла на описываемой территории вовсе не исследована; по мнению А. А. Богданова (личное сообщение), она здесь тесно смыкается с мезозойским циклом.

Киммерийский цикл развития начался в разное время в различных частях провинции. На западе и северо-западе, в пределах собственно Монголо-Охотской складчатой области, начальные этапы киммерийского цикла захватили верхний палеозой, на востоке это развитие началось позднее, с триаса. Завершение его происходило также неравномерно в разных частях Забайкалья и Дальнего Востока и лишь условно он может быть ограничен нижнемеловым временем включительно. На отчетливо выраженные стадии геосинклинального развития этот цикл не распадается. Можно лишь отметить, что первая половина его, продолжавшаяся до средней юры, характеризуется накоплением мощных в основном терригенных осадков. Местами, как например в Хабаровской зоне, происходило формирование весьма широко распространенных эффузивных пород основного состава в низах и кислого в верхах разреза. Сколько-нибудь существенных основных интрузий и связанных с ними месторождений для этого этапа не отмечено.

В киммерийском цикле известны две главные фазы гранитных интрузий: среднеюрская (среднекиммерийская) и послеверхнеюрская (нижнемеловая, верхнекиммерийская). Среднекиммерийские интрузивы представлены крупными массивами, штоками и трещинными телами преимущественно крайне кислых лейкократовых гранитных пород (Борщовочный, Адунчолонский и другие гранитные комплексы Восточного Забайкалья). Верхнекиммерийские интрузивы сложены в основном умеренно кислыми гранитными породами — гранодиоритами, кварцевыми диоритами, гранит-порфирами (Нерчинско-Заводский, Шахтаминский, Дарасунский и другие гранитные комплексы Восточного Забайкалья). Таким образом, последовательность внедре-

ния гранитных интрузий киммерийского цикла в Монголо-Охотской складчатой области обратная по сравнению с обычной: здесь вначале были сформированы лейкократовые, а уже затем умеренно кислые гранитоиды. Если приведенные сведения о порядке формирования гранитных интрузий верны, то Монголо-Охотская область существенно отличается от других складчатых областей, но приближается к Верхояно-Чукотской области Дальнего Северо-Востока.

Альпийский цикл развития проявился в полном объеме на восточной окраине описываемой провинции — в гряде Курильских островов, на Сахалине, в Приморской зоне Сихотэ-Алиня, а также в Тетюхинской и Центральной зонах этого хребта, где он наложился на структуры киммерийского цикла. На обычные стадии альпийский цикл развития не расчленяется. С ним связано формирование гранитоидных интрузий третичного времени, внедрившихся, по Ф. К. Шипулину (1957), в четыре последовательные фазы. В первую фазу были образованы штоки диоритов и кварцевых диоритов, во вторую — гранитные массивы, в третью — малые интрузии спессартитов, диоритовых порфиритов, гранит-порфиров, сиенит-порфиров и прочих пород, в четвертую — единичные тела щелочных гранитов (рис. 11). Малые интрузии альпийского цикла локально вдоль отдельных редких разломов проявляются и к западу от альпийской зоны, проникая на площадь развития палеозойских и мезозойских структур (Восточное Забайкалье, Хингано-Буреинская зона).

Рудные месторождения. В пределах описываемых частей Восточного Забайкалья и Дальнего Востока известны рудопроявления докембрийского и нижнепалеозойского возраста. Но подавляющая часть эндогенного оруденения связана с герцинской, киммерийской и альпийской металлогеническими эпохами.

Докембрейскими и, возможно, нижнепалеозойскими являются месторождения железа в скарнах, а также мелкие рудопроявления олова, вольфрама, молибдена, известные в выступах древних пород в ряде мест провинций. С нижнепалеозойскими габбро и габбро-сиенитами Западного Забайкалья связаны магматические титано-магнетитовые рудопроявления, а с последующими по времени интрузиями гранодиоритов — граносиенитов ассоциированы рудопроявления скарнового и гидротермального генезиса преимущественно железных руд (Щеглов, 1960). Твердые доказательства древнего возраста перечисленных месторождений — рудопроявлений отсутствуют; часть из них, возможно, относится к более молодым образованиям.

Герцинские месторождения разнообразны и широко распространены, особенно в пределах Монголо-Охотской области. Значительных месторождений, связанных с ультраосновными и основными породами ранней стадии герцинского цикла, пока не обнаружено. Отмечается лишь принадлежность к ним

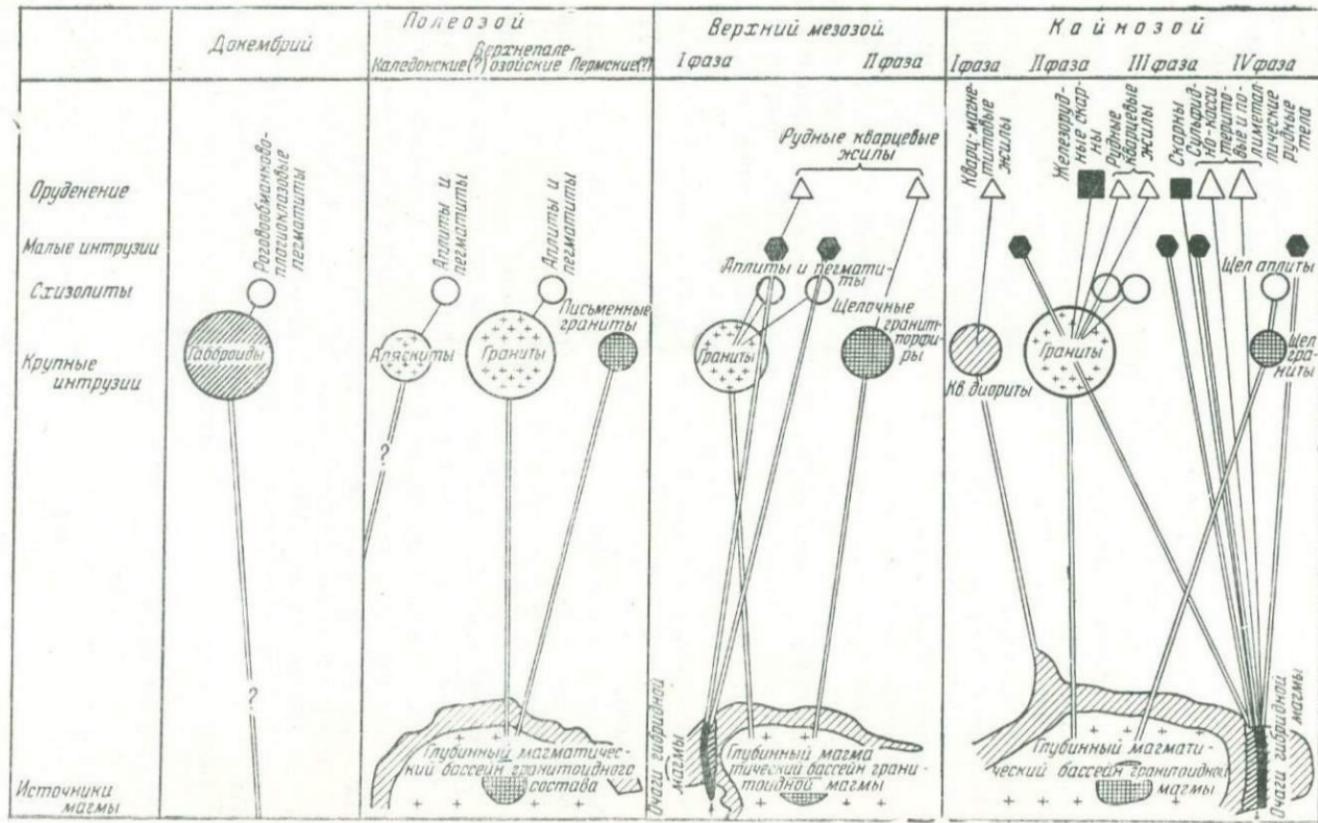


Рис. 11. Схема формирования интрузивных образований и оруденения в юго-восточном Приморье (по Ф. К. Шипулину)

магматических рудопроявлений титано-магнетитов (Кручинское в Забайкалье, Джугджур) и находки минералов платиновой группы на р. Гербикан. В дальнейшем среди этих пород могут быть вскрыты магматические месторождения, свойственные ультраосновным и основным интрузиям.

С гранитоидными массивами посленижнекарбонового возраста связан широкий круг разнообразных месторождений. Они, к сожалению, так же как и герцинские гранитоиды, не дифференцированы по фазам формирования.

Среди них следует отметить:

1) скарновые месторождения со скоплениями магнетита, типа Гаринского в среднем течении р. Зеи, Железного кряжа Восточного Забайкалья и др.;

2) оловянные месторождения с кассiterитом, топазом, флюоритом, иногда с вольфрамитом, известные в ореоле Вознесенских гранитов, а также в южной части Западного Забайкалья;

3) гидротермальные кварцево-молибденовые месторождения типа Умальты*;

4) гидротермальные кварцево-шеелитовые месторождения Харгу-Селемджинского района;

5) гидротермальные кварцево-золотые месторождения Верхне-Зейского, Верхне-Селемджинского, Ниманского районов и Западного Забайкалья.

Киммерийские месторождения связаны со среднекиммерийским и верхнекиммерийским гранитоидными комплексами. Среднекиммерийская интрузия лейкократовых гранитов сопровождалась образованием пегматитов кварцево-гнейзеновых и кварцевых жил с оловом, вольфрамом и другими элементами, особенно развитыми в Восточном Забайкалье (Адун-Чолон, Завитая, Букука, Белуха, Антонова гора, Онон, Этыка, Ималка, Зун-Ундур, Харанор, Шерлова гора, Джиды и др.).

Верхнекиммерийская интрузия умеренно кислых гранитов сопровождалась формированием гидротермальных месторождений: золотых, молибденовых, полиметаллических и мышьяковых, проявляющихся то в чистом виде, то в комбинации друг с другом. Среди них могут быть намечены следующие разновидности:

1) кварцево-золотые (Агни-Афанасьевское, Куренгинское и др.);

2) кварцево-молибденовые (Чикой, Желтуга и др.);

3) кварцево-золото-молибденовые (Давенда, Амуджикан);

4) кварцево-золото-молибден-сульфидные (Шахтама);

5) золото-молибден-сульфидные (Пильненское);

6) золото-сульфидные (Дарасун, Ключевское, Дмитриевское и др.);

* Некоторые геологи склонны относить Умальтинское месторождение к мезозойским образованиям (Якжин, 1955).

7) свинцово-цинковые (Кадаинское, Кличкинское, Савинское, и др.);

8) мышьяково-арсенопиритовые (Запокровское, Гурулевское и др.).

Альпийские месторождения, сопровождающие третичные интрузии, распространены в Центральной, Тетюхинской и Приморской зонах Сихотэ-Алиня. К ним относятся три группы рудных образований:

1) оловянные грейзенового, кварцево-турмалинового и сульфидного типа, к которым принадлежат Большая Синанча, Хрустальное, Краснореченское, Либудзин и другие месторождения;

Таблица 4

Эндогенные рудные месторождения Восточного Забайкалья и Дальнего Востока

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Допалео-зойский		Гнейсо-граниты	Скарновые месторождения железа; мелкие пегматитовые и гидротермальные рудопроявления олова, вольфрама, молибдена
Герцинский	Ранняя	Ультраосновные и основные породы	Мелкие магматические рудопроявления титано-магнетитов
	Средняя	Массивы гранодиоритов и гранитов	Скарновые месторождения с магнетитом; гидротермальные месторождения олова, золота, молибдена, вольфрама и флюорита
Киммерийский		Среднекиммерийские лейкократовые граниты	Пегматиты, кварцево-грейзеновые и кварцевые с оловом, вольфрамом
		Верхнекиммерийские умеренно кислые граниты	Гидротермальные месторождения золота, молибдена, полиметаллов и мышьяка (арсенопирита)
Альпийский		Массивы, штоки и дайки диоритов, порфиритов, гранит-порфиров	Полиметаллические месторождения в скарнах, гидротермальные месторождения олова, золота, флюорита, ртути, сурьмы

- 2) свинцово-цинково-серебряные месторождения в скарнах, типа Тетюхе;
- 3) золотые месторождения в каолинизированных вторичных кварцитах, типа Белой горы.

В более западных частях описываемой провинции месторождения альпийского цикла проявляются весьма спорадически. Среди них наиболее существенными являются: 1) Микояновское и Солнечное оловянные месторождения Хингано-Буреинской зоны, 2) Балейское золотое (с селеном), 3) Калангуевское, Солнечное, Абагатуйские флюоритовые, 4) Серно-Ильдиканско-Нерчинское и другие мелкие ртутные рудопроявления Восточного Забайкалья, 5) Барун-Шивеинское, Ново-Ивановское и другие киноварь-антимонит-ферберитовые месторождения. Общая последовательность формирования эндогенных месторождений Восточного Забайкалья и Дальнего Востока приведена в табл. 4.

Закономерности размещения рудных месторождений. Отсутствие закономерного пространственного чередования определенных комплексов пород и приуроченных к ним месторождений, а также повторение в образовании сходных групп месторождений от древних эпох к молодым привели к тому, что в пределах описываемой рудной провинции в целом региональная зональность рудоносности отчетливо не проявлена. Но в отдельных ее частях различные месторождения более или менее строго распределены по обособленным зонам. Примером такой региональной зональности в размещении рудных месторождений может служить Восточное Забайкалье, где исследованиями С. С. Смирнова (1944) намечены три рудных пояса: центральный редкometальный, южный полиметаллический и северный золотомolibденовый (рис. 12).

На остальной территории Забайкальско-Приморской провинции отчетливая региональная зональность в размещении отдельных рудных месторождений не выявлена. Однако в отдельных ее частях изучена региональная рудоносность, связанная с особенностями геологического строения. Наиболее полно этот вопрос исследован в Южном Приморье, где, например, Е. А. Радкевич (1958) выделяет с запада на восток следующие рудные пояса: 1) западный — с палеозойской и наложенной мезозойской минерализацией; 2) центральный — с мезозойской и наложенной третичной минерализацией; 3) восточный — с мезозойской и третичной минерализацией (рис. 13).

Магматизм и оруденение составных частей геосинклиналей. Особенности магматизма и металлогении киммерийских геосинклиналей могут быть рассмотрены на примере геосинклиналии Восточного Забайкалья.

Киммерийская геосинклиналь Восточного Забайкалья на территории Советского Союза ограничивается с северо-запада структурами байкальской складчатости Яблонового хребта,

а с юго-востока — границей с Китайской Народной Республикой, проходящей по р. Аргунь; юго-западное ее продолжение уходит в пределы Монгольской Народной Республики.

В поперечном сечении этой остаточной мезозойской геосинклинали Восточного Забайкалья, по данным В. Н. Козеренко (1956), достаточно ясно выделяются составляющие ее главные тектонические элементы. Примерно в ее центреложен срединный Агинский массив, по мнению большинства геологов,

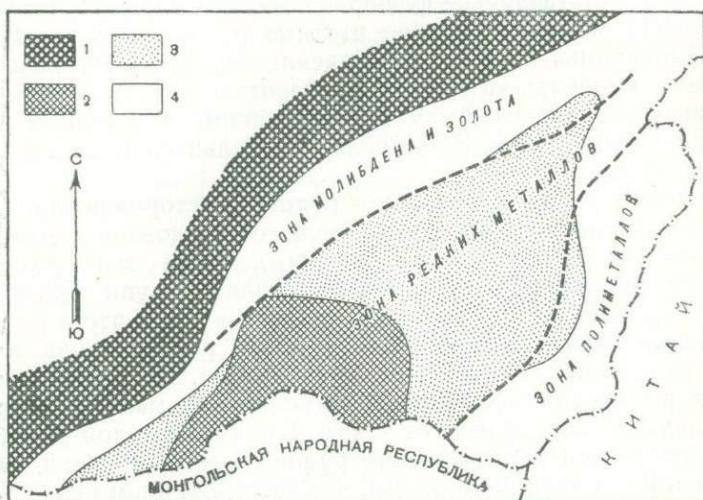


Рис. 12. Схема региональной зональности в размещении рудных месторождений Восточного Забайкалья

1 — область домезозойской складчатости; 2 — Агинский массив; 3 — центральная часть мезозойской геосинклинали; 4 — краевые части мезозойской геосинклинали

сформированный в результате герцинской складчатости. Монолитный блок Агинского массива на всем протяжении истории развития Восточно-Забайкальской геосинклинали был стабильной глыбой, устойчивой в процессе прогибания и не покрывавшейся морскими отложениями нижней и средней юры. Агинский срединный массив располагается в центре внутренней зоны геосинклинали, мощные морские отложения начальной стадии развития которой окаймляют его со всех сторон (Центральная Восточно-Забайкальская синклинальная зона, по В. Н. Козеренко). На юго-востоке выделяется Приаргунская, а на северо-западе — Пришилкинская периферические зоны геосинклинали, отделенные от внутренней ее части, по В. Н. Козеренко (1956), переходными зонами. Отчетливым северо-западным геоантеклинальным бортом Восточно-Забайкальской геосинклинали является область распространения древних комплексов пород

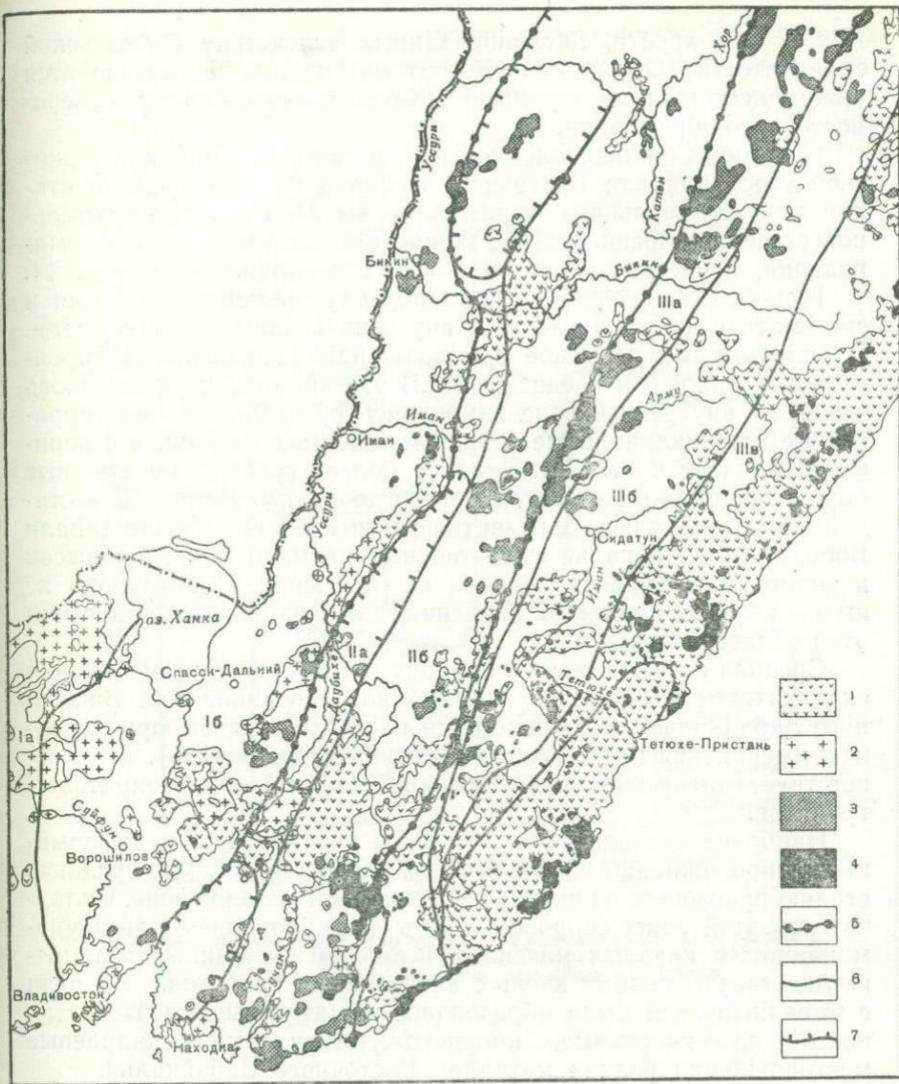


Рис. 13. Схема металлогенического районирования южного Приморья
(по Е. А. Радкевич)

1 — верхнемеловые и третичные эфузивы; 2 — граниты палеозойские; 3 — граниты мезозойские (юрские и верхнемеловые) и частью, возможно, третичные; 4 — гранитоиды третичные; 5 — границы разновозрастных рудных поясов; 6 — граници металлогенетических зон и подзон; 7 — граници тектонических структур: прогибов и поднятий

Рудные пояса и металлогенетические зоны: I — Западный рудный пояс с палеозойской и наложенной мезозойской минерализацией, в том числе: I^a — пограничный золотоносный пояс, I^b — область Ханкайского древнего массива с палеозойской редкометальной минерализацией; II — центральный рудный пояс с мезозойской и наложенной третичной минерализацией, в том числе: II^a — Даубихинская оловоносная металлогенетическая зона, II^b — Улахинская олово-вольфрамо-золоторудная металлогенетическая зона; III — восточный рудный пояс с мезозойской и третичной минерализацией, в том числе: III^a — Сидатунская олово-вольфрамо-золоторудная подзона, III^b — Сихотэ-Алиньская оловорудная подзона, III^c — Прибрежная олово-полиметаллическая подзона

Яблонового хребта, дислоцированных вследствие байкальской складчатости. Юго-восточный борт геосинклинали размещается преимущественно на территории Китая и изучен слабее северо-восточного обрамления.

В истории заложения, развития и консолидации киммерийской геосинклинали Восточного Забайкалья классические стадии геосинклинального развития не выделяются. В значительной степени условно для нее можно наметить три этапа формирования, последовательность которых изображена на рис. 14.

Ранняя стадия соответствует периоду времени заложения и систематическому прогибанию внутренней зоны геосинклинали. Началось оно в пермское время, но наиболее отчетливо проявилось в нижней и средней юре. В это время как указывалось выше, во внутренней зоне накопились преимущественно терригенные геосинклинальные осадки мощностью до 4 км, а в периферических ее частях отложились более грубые обломочные породы мощностью от сотен метров до 1,5 км. Для ранней стадии геосинклинального развития мезозойской геосинклинали Восточного Забайкалья существенных магматических процессов и эндогенного рудообразования не отмечено. Поэтому она не имеет непосредственного значения для анализа металлогении этой области.

Средняя стадия отвечает периоду главных фаз киммерийской складчатости и осушению мезозойской геосинклинали Восточного Забайкалья. Она приходится на верхи средней юры (среднекиммерийская или предверхнеюрская складчатость). Ей соответствует внедрение среднекиммерийских масс лейкократовых гранитов.

Наиболее активные тектонические перемещения и деформации, сопровождавшиеся глубинным магматизмом, в среднюю стадию произошли во внутренней геосинклинальной зоне. Складчатость этой зоны сопровождалась формированием вышеупомянутых крупных массивов, штоков и трещинных тел преимущественно крайне кислых аляскитовых гранитов. В связи с этой интрузией были образованы пегматитовые, грейзеновые, полевошпато-кварцевые, кварцево-турмалиновые и кварцевые месторождения редких металлов Восточного Забайкалья.

Массив Агинского поля в среднюю стадию был разбит расколами, по которым внедрились лейкократовые граниты того же состава, что и во внутренней зоне, и сформировались пегматитовые, грейзеновые и кварцевые месторождения редких металлов, подобные месторождениям последней.

Периферические зоны и геантклинальная рама в это время еще не были захвачены глубинным магматизмом и в их пределах не создавались эндогенные месторождения среднекиммерийской стадии.

В позднюю стадию перехода Восточно-Забайкальской геосинклинали в эпикиммерийскую платформу срединный массив

Агинского поля не был затронут тектоническими деформациями и магматическими процессами. Во внутренней зоне также

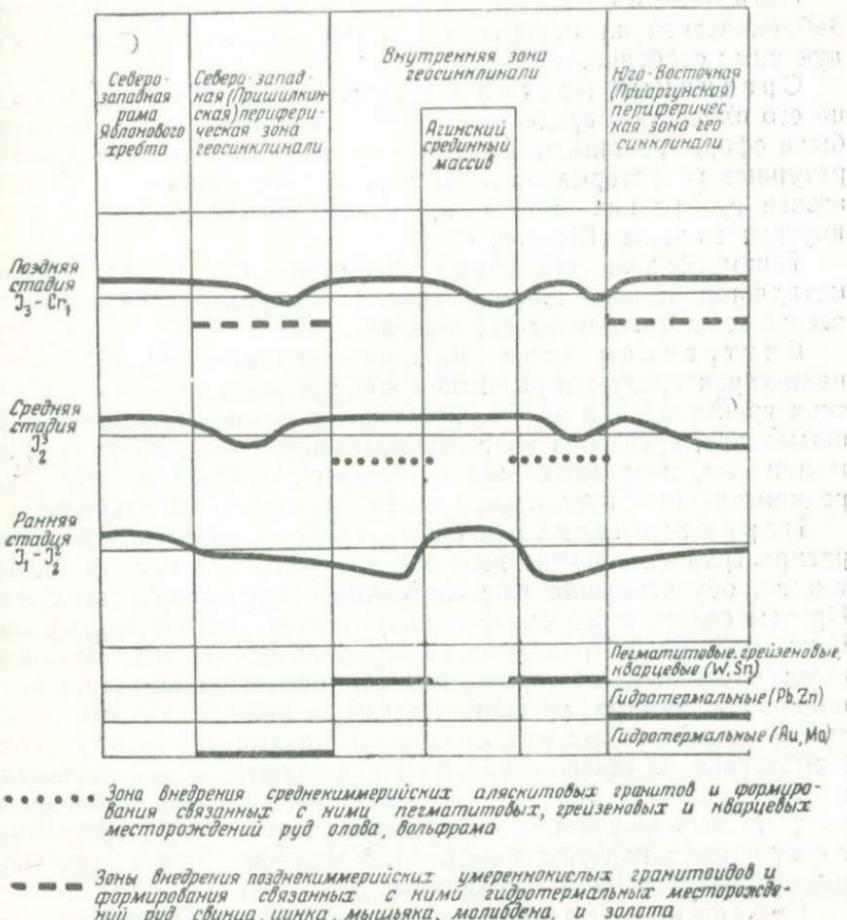


Рис. 14. Схема эволюции Восточно-Забайкальской киммерийской геосинклинали, ее магматизма и металлогении

царило тектоническое и магматическое затишье. Зато в периферических зонах произошла интрузия гранитоидов повышенной основности и щелочности и сопутствующее ей гидротермальное оруденение (верхнекиммерийская или послеверхнеюрская ингрезия). В юго-восточной Приаргунской зоне в это время возникли гидротермальные месторождения свинцово-цинковых руд, иногда с мышьяком (арсенопиритом), оловом (касситеритом), и в меньшей мере, с золотом и молибденом. В северо-западной Пришилкинской зоне были образованы гидротермальные месторождения преимущественно молибденовых и золотых руд (Чикой, Желтуга, Дарасун, Ключевское и др.).

Геосинклинальная рама, по-видимому, не была затронута оруденением поздней стадии.

Магматизм и металлогения тектонических секторов Восточно-Забайкальской киммерийской геосинклинали отличается следующими особенностями.

Срединный массив в Агинского поля замечателен тем, что на его площади в среднюю стадию геосинклинального развития были сформированы пегматитовые, грейзеновые и высокотемпературные гидротермальные месторождения кварцевого парагенезиса руд редких металлов, аналогичные месторождениям внутренней зоны (Щеглов, 1960).

Таким образом, срединный Агинский массив по своему металлогеническому облику «вписался» в редкометальный пояс осевой зоны Восточного Забайкалья.

Внутренняя зона Восточно-Забайкальской геосинклинали характеризуется развитием в ее пределах среднекиммерийских гранитоидов и ассоциированных с ними редкометальных пегматитов, грейзенов кварцево-полевошпатовых, кварцево-турмалиновых, кварцевых жил и штокверков. Они и образуют редкометальный пояс осевой части Восточного Забайкалья.

Периферические зоны представляют собой арену распространения позднекиммерийских умеренно кислых гранитоидов, обусловивших гидротермальное оруденение этих зон. Причем состав этого оруденения различен для каждой из зон. В юго-восточной Приаргунской периферической зоне развиты преимущественно месторождения свинцово-цинковых, свинцово-цинково-оловянных, арсенопиритовых, в меньшей степени золотых и молибденовых руд, создавших полиметаллический пояс Приаргунья. В северо-западной Пришилкинской зоне возникли по преимуществу золотые и молибденовые месторождения, местами ассоциированные с арсенопиритом и полиметаллами, определившие контуры золото-молибденового пояса северной периферии Восточного Забайкалья.

Геосинклинальная рама Восточно-Забайкальской складчатой области, судя по имеющимся материалам, не несет киммерийского оруденения.

В результате закономерного распределения киммерийских интрузивных комплексов и обусловленных ими эндогенных месторождений по определенным тектоническим секторам Восточно-Забайкальской геосинклинали в этой металлогенической провинции создалось удивительно стройное размещение оруденения, приведшее к региональной зональности в расположении руд разного состава, отмеченной выше. Вдоль оси геосинклинальной зоны вытянут редкометальный пояс Восточного Забайкалья. К северо-западу от него вытягивается параллельный ему золото-молибденовый пояс, а к юго-востоку — полиметаллический. Эти пояса по их внешней границе оторочены цепью флюоритовых месторождений. Следует отметить, что границы пере-

численных поясов не такие строгие, как это представлялось С. С. Смирнову. В пределы пояса редкометальных месторождений с севера иногда проникает молибденовое оруденение (Шахтама, Давенда), а с юга — местами заходит полиметаллическое оруденение, фиксирующееся в виде примеси свинцово-цинковых минералов в месторождениях редких металлов (Шерлова гора и др.).

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Беляевский Н. А. Очерк геологии Приморья. Материалы по геолог. и полезн. ископ. Вост. Сибири, Дальнего Востока, ВСЕГЕИ, 1956.

Билибин Ю. А. Основные черты структуры, магматизма и металлогении южной части Советского Дальнего Востока. Избранные труды АН СССР, т. III, 1961.

Вахрамеев С. А. Генетические типы рудных месторождений Восточной Сибири и их значение. Материалы к конфер. по разв. произв. сил Вост. Сибири. Иркутск, 1958.

Воларович Г. П. Распространение и условия концентрации свинцово-цинковых рудопроявлений в пределах основных геотектонических единиц Приморья. Сб. ЦНИГРИ, № 4, 1959.

Григорьев Ив. Ф., Доломанова Е. И. О возрасте и структурном положении гранитных интрузий и связанных с ними оловянно-вольфрамовых месторождений в Центральном Забайкалье. Труды ин-та геологии рудных месторожд., петрограф., минералог., и геохим. вып., 3, 1956.

Готман Я. Д., Руб М. Г. Сравнительная характеристика разновозрастных оловоносных гранитоидов Ю. Приморья и некоторых других оловорудных районов. «Советская геология», 1960, № 2.

Иванов Ю. Г. Основные черты металлогении Ханкайского рудного района. Сообщ. Дальневост. фил. Сиб. отд. АН СССР, вып. 10, Владивосток, 1959.

Изюх Э. П., Колмак Л. М., Наговская Г. И., Русс В. В. Позднемезойские интрузии Центрального Сихотэ-Алиня и связь с ними оруденения. Труды ВСЕГЕИ, новая серия, т. 21, М., 1957.

Ициксон М. И., Кормилицын В. С., Красный Л. И., Матвеенко В. Т. Основные черты металлогении северо-западной части Тихоокеанского рудного пояса. «Геология рудных месторождений», 1960, № 1.

Козеренко В. Н. Геологическое строение юго-восточной части Восточного Забайкалья. Изд. Львовск. гос. ун-та, 1956.

Козеренко В. Н. Значение структурно-фацальных зон для металлогенного анализа на примере Восточного Забайкалья. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. III, Изд. АН СССР, 1960.

Константинов М. М. К металлогении Тихоокеанского пояса. Изв. АН СССР, сер. геолог., 1959, № 7.

Криштофович А. Н. Краткий очерк орографии, тектоники, стратиграфии ДВК и связи с ним полезных ископаемых. Материалы по геолог. Дальневост. края. Изд. Дальневост. фил. АН СССР, вып. 1, 1938.

Кропоткин П. Н. Краткий очерк тектоники и палеогеографии южной части советского Дальнего Востока. «Вопр. геологии Азии», т. I. Изд. АН СССР, 1954.

Лабазин Г. С. О закономерностях размещения полиметаллических месторождений Восточного Забайкалья в связи с его геологическим строением. Зап. Всесоюзн. мин. об-ва, 1958, № 5.

Левицкий О. Д. Исследование по металлогении Востока СССР. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, 1954.

Материалы к первой Всесоюзной конференции по геологии и металлогении Тихоокеанского рудного пояса тт. I, II, Владивосток, 1960.

Падалка Г. Д. Некоторые вопросы тектоники, магматизма и металлогенеза Забайкалья. Инф. сб. ВСЕГЕИ, № 41, 1960.

Радкевич Е. А. Металлогенез южного Приморья. Тр. ин-та геологии рудных месторожд., петрограф., минералог., и геохим., вып. 19. Изд. АН СССР, 1958.

Русаков М. П. Основные черты геологии, тектоники и металлогенеза Южного Приморья. «Проблемы Советской геологии», 1937, № 5—6.

Смирнов С. С. Очерк металлогенеза Восточного Забайкалья. Госгеолиздат, 1944.

Смирнов С. С. О Тихоокеанском рудном поясе. Изв. АН СССР, сер. геол., 1946, № 2.

Фаворская М. А. Отношение редкометального и полиметаллического оруденения к интрузивным и эффузивным формациям в некоторых районах Тихоокеанского пояса. «Советская геология», 1959, № 12.

Чайковский В. К. Новые данные о Тихоокеанском поясе. «Советская геология», 1956, сб. 50.

Шипулин Ф. К. Интрузивные породы юго-восточного Приморья и связь с ними оруденения. Тр. ин-та геологии рудных месторожд., петрограф., минералог. и геохим., вып. 8, 1957.

Щеглов А. Д. Некоторые вопросы металлогенеза юго-восточного Забайкалья. «Советская геология», 1960, № 1.

Якжин А. А. Геолого-структурные положения металлогенических провинций Забайкалья и южной части Дальнего Востока. Тр. МГРИ, т. 28, 1955.

Раздел третий

ГЕРЦИНСКИЕ ПРОВИНЦИИ

Герцинские провинции наиболее значительны в пределах СССР. Среди них главными являются Урал, Казахстан и Средняя Азия. Менее существенны Таймыр, Томь-Колыванская зона и Донбасс.

ГЛАВА ПЯТАЯ

УРАЛ

Уральский горный хребет вытянут от Югорского Шара в его полярной части до Мугоджарских гор на юге почти на 2400 км. Ширина полосы пород, слагающих складчатую систему Урала, колеблется от 75 до 300 км. Западная геологическая граница, хотя и не резкая, но достаточно отчетливая, определяется по переходу складчатых средне- и верхнепалеозойских пород Западного Предуралья в пологозалегающие образования восточного края Русской платформы. Восточная граница складчатого Урала перекрыта чехлом мезозойско-кайнозойских пород Западно-Сибирской низменности; положение ее неясно. Вероятно распространение палеозойских свит пород Урала под этим покровом на ширину, примерно равную обнаженной зоне складчатого Урала, что существенно расширяет перспективы обнаружения новых месторождений полезных ископаемых в пределах этой погребенной части уральской складчатой системы.

Краткая характеристика эндогенной рудоносности Урала заимствована преимущественно из работ Т. В. Билибиной (1960), О. А. Воробьевой (1961), Н. К. Высоцкого (1931), А. Н. Заварицкого (1941), Е. Е. Захарова (1944), Ю. Е. Молдаванцева, А. С. Перфильева, Н. П. Хераскова (1960), Л. Н. Овчинникова (1958, 1960 и др.), А. А. Пронина (1960), Б. М. Романова (1947), В. М. Сергиевского (1960 и др.), Н. Д. Соболева (1961), Д. С. Штейнберга (1961).

Циклы и стадии развития. По новейшим данным на Урале могут быть выделены архейско-протерозойский, каледонский и герцинский циклы геологического развития.

Архейско-протерозойский цикл зафиксирован в древнейших отложениях Урала, выходящих в центральных частях некоторых антиклинальных зон. В пангеосинклиналии этого времени накопились породы, позднее трансформированные в глубокометаморфизованные образования, представленные гнейсами, кристаллическими сланцами, кварцитами и мраморами. Среди магматических пород этого цикла известны интрузивы габбровой и гранитной формаций, также интенсивно метаморфизованные.

Каледонский цикл на Урале охватывает верхний протерозой, кембрий и начало ордовика. Некоторые геологи, например А. А. Пронин, Н. Д. Соболев и другие, называют его верхнепротерозойско-кембрийским циклом, за которым следовал средне- и верхнепалеозойский цикл, называемый нами герцинским.

В раннюю стадию этого цикла, охватывающую период времени от верхнего протерозоя до нижнего кембрая включительно происходило накопление мощных толщ обломочных и карбонатных пород, сопровождавшееся геосинклинальным вулканизмом. В результате вулканизма возник древний кератофиро-спилитовый комплекс, позднее достаточно интенсивно метаморфизованный. Формирование вулканогенных пород сопровождалось интрузиями вначале габбро, а затем плагиогранитов, щелочных и нефелиновых сиенитов.

Средняя стадия характеризуемого цикла отвечает среднему—верхнему кембрию, совпадает с периодом главных фаз каледонской складчатости и характеризуется внедрением батолитических масс нижнепалеозойских калиевых гранитов.

Поздняя стадия каледонского цикла не вполне отчетливо фиксируется по малым интрузиям калиевых гранитов верхнего кембрая — низов нижнего ордовика.

Герцинский цикл развития изучен на Урале полнее других.

Начальная стадия развития герцинского подвижного пояса Урала охватывает период времени от низов ордовика до верхнего девона — нижнего карбона включительно.

Геосинклинальные процессы этого времени были локализованы в пределах серии прогибов, разделенных поднятиями, возникшими вследствие каледонской складчатости. С запада на восток выделяются четыре таких прогиба: 1) Зилаирско-Вишерский, 2) Тагило-Магнитогорский, 3) Алапаево-Брединский и 4) Притобольский. Их разделяли геоантеклинальные поднятия: а) Уралтау, б) Восточно-Уральское и в) Тобольское. По В. М. Сергиевскому (1960), начальная стадия герцинского цикла развития разделяется на шесть этапов, отвечающих серии пов-

торных тектонических движений, вспышкам вулканизма, сопровождающихся интрузией ультраосновных, основных и плагиогранитных пород. В первый этап (ландовери — венлок) формировались спилиты и внедрилась мощная интрузия гипербазитов. Во второй этап (венлок — нижний лудлоу) накапливались базальтовые и андезитовые порфириты, а также диабаз-альбитофиры, сопровождавшиеся интрузией габбро с сопутствующими ей диоритами, кварцевыми диоритами и плагиогранитами. В третий этап (верхний лудлоу — жединский век) произошло образование основных эфузивов и трахитовых порфиров с интрузией сиенитов в районах распространения последних. В четвертый этап (кобленцкий век) на Южном Урале формировались спилито-кератофировые эфузивы и произошла повторная интрузия гипербазитов, в меньшей мере габбро, диоритов и плагиогранитов. В пятый этап (эйфельский, живетский и французский века) в центральных частях геосинклинальных рвов продолжали накапливаться вулканогенные породы андезитовой и андезито-дацитовой серий, а магматизм проявился в виде небольших субвулканических интрузий среднего состава (диориты, гранодиориты). В шестой этап (фамен) геосинклинальный вулканизм замирает, а интрузивная деятельность ограничивается внедрением некрупных интрузий плагиоклазовых гранитоидов.

Таким образом, среди магматических пород начальной стадии герцинского цикла геологического развития на Урале можно выделить четыре важнейших комплекса:

- 1) перидотитовый, представленный главным образом дунитами, перидотитами и пироксенитами;
- 2) габбровый, представленный преимущественно габбро, габбро-норитами, диаллагитами, аортозитами;
- 3) плагиогранитов и плагиосиенитов, являющихся дифференциатами габбровой магмы;
- 4) эфузивных пород, распадающихся на две серии: спилито-диабазовую (в сопровождении альбитофирам, кератофиров и калиевых трахитов) и базальтовых порфиритов; им сопутствуют субвулканические тела альбитофирам, кварцевых альбитофирам и диабазов.

Средняя стадия герцинского цикла совпадает с основными fazami герцинской складчатости, сформировавшими внутренние структуры Урала, и охватывает каменноугольный период (средний и верхний карбон). В эту стадию были сформированы крупные массивы гранитных пород, особенно распространенные на восточном склоне уральского хребта (граниты восточного склона Урала). Среди изверженных пород Д. С. Штейнберг (1961) выделяет гранодиоритовую, гранитную и аляскитовую интрузивные фазы.

Поздняя стадия превращения палеозойской геосинклинали в платформу с точки зрения проявлений магматизма и оруде-

нения проявилась на Урале в затушеванной форме. Крупные разломы и малые интрузии, характеризующие эту стадию, слабо развиты на Урале. К ним относятся отдельные пояса и узлы даек гранодиоритов, гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров типа Березовского рудного поля.

В следующий за этой стадией платформенный период геологической истории Урала формировались месторождения краевых прогибов и продукты коры выветривания.

Рудные месторождения. Среди рудных месторождений Урала известны рудопроявления древнейшего архейско-протерозойского, месторождения каледонского и герцинского циклов.

Архейско-протерозойское оруденение проявлено на Урале в слабом виде. К этой металлогенической эпохе со значительной долей условности могут относиться мелкие скопления берилла и кассiterита в древних пегматитах, а также метаморфогенные месторождения железистых кварцитов, пока не имеющих практического значения.

Каледонские месторождения развиты значительно полнее. С габбро и габбро-диабазами ранней стадии каледонского цикла связаны магматические месторождения ильменито-магнетитов (Кусинское, Юбрышкое и др.). С калиевыми границами средней стадии ассоциированы редкие и некрупные высокотемпературные гидротермальные месторождения и рудопроявления молибденита в кварцевых жилах (Харбей), гидротермальные олово-висмутовые рудопроявления (Торговое и др.). К этому же периоду, скорее всего, относятся спорные по генезису метаморфизованные месторождения сидеритовых железных руд (Бакал, Комарово-Зигазинские и др.) и магнезита (Сатка и др.).

Герцинские месторождения наиболее обильны и разнообразны на Урале.

Существенные группы нередко крупных по размерам эндогенных месторождений генетически связаны с магматическими породами ранней стадии развития Уральской геосинклинали. Широкое развитие этих месторождений придает особый колорит Уралу как рудной провинции, выделяя его по этому признаку среди всех остальных рудоносных областей Советского Союза.

С ультраосновными породами перidotитовой магмы Урала связаны месторождения хрома (Донское, Голоборское и др.), платины и платиноидов (Средний Урал), асбеста (Баженово) и алмазов (Крестовоздвиженский и др.). К породам габбровой формации приурочены среднепалеозойские месторождения ильменито-магнетитовых руд (Качканар и др.). С крайними кислыми и щелочными дифференциатами габбровой формации, с плагиогранитами и щелочными породами связаны весьма характерные крупные скарновые месторождения железных руд (Магнитная, Соколово-Сарбайское, Высокая, Благодать и др.) и скарновые месторождения медных руд (Туринские рудники).

Наконец, среди эфузивных комплексов силура — девона и их метаморфизованных разностей сосредоточены известные серно- и медноколчеданные месторождения Урала (Карабаш, Калата, Дегтярка, Учалы и др.).

С герцинскими гранитами средней стадии развития, находящимися преимущественно на восточном склоне Урала, связаны довольно разнообразные месторождения и рудопроявления. Интрузия гранодиоритов (местами плагиогранитов) первой фазы этой стадии сопровождалась образованием трех типов месторождений:

1) гидротермальных золото-арсенопиритовых жил (Кочкирь, Джетыгара и др.);

2) гидротермальных сульфидно-шебелитовых и золото-шебелистовых рудопроявлений (Гумбейское и др.);

3) мелких гидротермальных жильных и метасоматических рудопроявлений свинцово-цинковых руд (Верхне-Аршинское, Шатым, Прилука, Андреевское, Покровское и др.).

С нормальными гранитами второй интрузивной фазы связаны мелкие золото-шебелитовые рудопроявления (Кацбахское, Анненское и др.).

Интрузия миаскитов и аляскитовых гранитов третьей фазы сопровождалась образованием пегматитов и грейзенов Изумрудных копей, Вишневых и Ильменских гор, а также других районов с драгоценными камнями и редкими металлами;

С поздней стадией развития герцинской геосинклинали на Урале связаны некоторые гидротермальные месторождения кварцево-золотых руд (Березовское, Исовское и др.); возможно, телетермальные месторождения и рудопроявления барита (Кичигинское, Гогинское, Айдырлинское и др.); флюорита (Амдерма и др.); золото-сурьмяных руд (Аятское, Арамашевское).

В платформенный период геологической истории Урала, уже в мезозое и кайнозое, были образованы осадочные месторождения железа и марганца, а также инфильтрационные рудопроявления меди на окраине Русской платформы и месторождения никеля и железа в коре выветривания.

Общая последовательность формирования эндогенных рудных месторождений Урала приведена в табл. 5.

Закономерности размещения рудных месторождений. Уральская складчатая система обладает отчетливым зональным строением. В поперечном сечении Урала выделяется ряд основных структурно-геологических и металлогенических зон.

1) На западе располагается полоса смятых в складки осадочных пород каменноугольного и девонского возраста, а также прилегающая к ним толща пермских пород краевого прогиба, вытянутая вдоль западного склона Уральских гор; в северных частях Урала эта полоса распространяется также и на восточный склон. Для нее характерно наличие седиментационныхrud-

Таблица 5

Эндогенные рудные месторождения Урала

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Архейско-протерозойский		Гипербазиты, габро, граниты	Проявления кассiterита в пегматитах; метаморфические месторождения магнезита и железных руд
Каледон-ский	Ранняя	Габбро, плагиограниты	Магматические месторождения ильменито-магнетитов; рудопроявления железа в скарнах
	Средняя	Калиевые граниты	Гидротермальные месторождения и рудопроявления молибдена, олова, висмута
	Поздняя	Малые интрузии калиевых гранитов	Не выявлены
Герцинский	Ранняя	Перидотитовый	Магматические месторождения хромитов, платиноидов, алмазов; гидротермальные месторождения асбеста*
		Габбровый	Магматические месторождения титано-магнетитов
		Плагиограниты, плагиосиениты	Скарновые месторождения железных и медных руд
		Спилито-кератофировая и порфиритовая эфузивные серии	Гидротермальные серно- и медноколчеданные месторождения
	Средняя	Гранодиориты	Гидротермальные месторождения золото-арсенопиритовых руд; свинцово-цинковые рудопроявления
		Нормальные граниты	Гидротермальные золото-шешелитовые рудопроявления

* Образовавшиеся, вероятно, под воздействием гидротермальных растворов, представляющих постмагматические продукты гранитных интрузий.

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Герцинский	Средняя	Миаскиты и аляскиты	Пегматиты и грейзены с драгоценными камнями и редкими металлами
	Поздняя	Дайки гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров	Гидротермальные месторождения и рудопроявления кварцево-золотых и сурьмяно-золотых руд, барита, флюорита

ных образований. К ним принадлежат месторождения бокситов в породах девона и рудопроявления меди в пермских песчаниках. Бокситовые месторождения Северо-Уральских бокситовых рудников (СУБР) приурочены к толще известняков эйфельского возраста, моноклинально падающих к востоку. Они образуют пласты моногидратных бокситов с очень неровной раскарстованной подошвой в массивных известняках и ровной кровлей, сложенной слоистыми известняками, трансгрессивно налегающими на подстилающие породы. Генезис этих месторождений спорный. После работ С. Ф. Малявкина, Е. П. Молдованцева, А. Д. Архангельского, Ю. К. Горецкого и др. большинство геологов считает бокситы СУБР нормальными хемогенными осадочными геосинклинальными отложениями. Однако сложная морфология подошвы пласта бокситов, развитие их под трансгрессивно налегающей толщей пород, высокое содержание химически неподвижного титана в руде, не исключает возможности их образования в результате латеритного выветривания с последующим перемывом и механическим переотложением продуктов этого выветривания.

Незначительные месторождения медистых песчаников заключены среди пермских, преимущественно верхнепермских пород, сложены в основном халькозином, а также окисными производными меди и принадлежат к инфильтрационным образованиям.

Из нерудных месторождений в пределах первой зоны расположены известные месторождения солей кунгурского яруса перми, угольные месторождения пермокарбонового возраста Печоры, Кызыла и других районов, а также месторождения нефти, распространяющиеся отсюда в пределы широкой Урало-Волжской нефтяной провинции.

2) Находящаяся западнее прерывистая полоса древнейших кристаллических и метаморфических пород докембрия и нижнего палеозоя, сформированы в архейско-протерозойский и каледонский циклы развития. Эта зона метаморфических и кристаллических пород Центрально-Уральского антиклиниория

заключает в себе магматические месторождения каледонского возраста ильменито-магнетитовых руд (Кусинское, Копанское и др.) и титано-магнетитов (Юбрышка).

Для метаморфогенных месторождений, известных в этой же зоне, характерно примерное соответствие метаморфизма руд общей степени метаморфизма пород, слагающих эту зону.

Месторождения железа типа Комарово-Зигазинска или Бакала представлены как согласными пластообразными и линзообразными залежами, так и сложными штоками, нередко тектонически сильно деформированными. Первичные руды этих месторождений сложены сидеритом, превращенным в зоне окисления в бурый железняк. Одни геологи считают их осадочно-метаморфическими, другие древними гидротермальными, позднее метаморфизованными образованиями.

Типичным представителем магнезитовых месторождений может служить Сатка. Две полосы рудных тел этого месторождения расположены среди метаморфизованных мергелей и доломитов. Рудные тела имеют форму согласных, слабо нарушенных пластообразных залежей кристаллического магнезита, прорванных дайками диабаза. Они рассматриваются как метасоматические образования, сформированные под воздействием магнийсодержащих горячих растворов на пласты карбонатных пород. Эти растворы могли иметь как гидротермальное, так и метаморфическое происхождение; в последнем случае эти месторождения надо относить к метаморфогенным образованиям. Не исключено, что Саткинские месторождения представляют собой первично осадочные скопления аморфного магнезита, позднее, под влиянием метаморфических процессов, превращенные в кристаллические массы.

Метаморфогенные титановые месторождения имеют характер пластообразных зон вкрапленного рутила среди амфиболитов (Кузнецкого) или эклогита (Шубино), представляющих метаморфизованные разности древних основных изверженных пород. Рутил этих месторождений, согласно В. Н. Вертушкову, обособился в результате метаморфизма титаносодержащих соединений этих пород.

Еще далее к востоку, уже в пределах герцинского Урала, региональная зональность определяется чередованием трех структурно-магматических и металлогенических зон: ультраосновных — основных пород, вулканогенных зеленокаменных и гранитных интрузий.

3) С массивами гипербазитов и базитов, расположенных в виде прерывистых цепей, связаны магматические месторождения хромита, платины и платиноидов, алмазов, титано-магнетитов, гидротермальных месторождений асбеста и силикатных никелевых месторождений коры выветривания.

Прерывистая цепь хромитовых месторождений прослеживается от Губерлинских гор на юге до Полярного Урала на

севере. Подавляющая часть наиболее крупных месторождений хромитовых руд приурочена к гарцбургитам и дунитам долудлоуских интрузий перидотитовой магмы; мелкие и средние месторождения хромита известны среди перидотитов более позднего возраста. Все важнейшие месторождения относятся к позднемагматическим (гистеромагматическим) образованиям; меньшее значение имеют раннемагматические (сегрегационные) рудопроявления. Главная масса хромитовых месторождений сосредоточена в пределах трех субпараллельных полос ультраосновных пород среднего и южного Урала, причем наиболее крупные месторождения расположены к югу от Свердловска. К ним относятся Донское, Голого尔斯ко и другие хромитовые месторождения Урала.

Главные месторождения уральской платины приурочены к ультраосновным участкам отчетливо дифференцированных массивов в основном поздних перидотитов и габбро преимущественно девонского возраста. Они представлены платиноносными шлирами хромшпинелидов среди дунитов, перидотитов и пироксенитов. Месторождения платины сосредоточены в западных зонах, а скопления платиноидов приурочены к восточным полосам гипербазитов. Кроме того, наблюдается закономерное тяготение скоплений различных металлов платиновой группы к гипербазитам разного состава. По данным различных исследователей, платина и палладий связаны с крайними дифференциатами габбровой формации — дунитами, а осмий и иридий — с ультраосновными породами перидотитовой формации. За счет разрушения коренных месторождений сформированы россыпи платины. Наиболее известными коренными месторождениями платины на Урале являются многократно описанные месторождения горы Соловьевой.

Алмазы на Урале находились только в аллювиальных россыпях западного склона (приск Крестовоздвиженский и др.).

Титано-магнетитовые месторождения Урала принадлежат к позднемагматическим образованиям исключительно габбровой магмы ранней стадии геосинклинального цикла. Причем наиболее богатые и крупные месторождения повсеместно связаны с аортозитами. Они представляют собой крупные зоны вкрапленных руд и жилообразные залежи протяжением до нескольких километров. К известным месторождениям титано-магнетитовых руд среднего палеозоя на Урале относятся Качканарское, Первоуральское, Волковское и др. Титано-магнетитовые руды Качканарского типа отличаются от более древних руд Кусинского типа пониженным содержанием двуокиси титана. К этому же типу тяготеют своеобразные титано-ванадиево-медные вкрапленные руды в пироксеновом или амфиболизированном пироксеновом габбро. На наиболее изученном Волковском месторождении этого типа выявлены пластообразные зоны таких узких вкрапленных руд, подчиненные структурам течения вмещающих

пород. Рудные минералы этого месторождения включают: ванадийсодержащий титано-магнетит, борнит, пирротин и пирит.

Асбестовые месторождения Урала приурочены к зонам разломов в серпентинитах, возникших преимущественно из перидотитов, в меньшей степени — из пироксенитов. Образование их обусловлено воздействием на серпентиниты гидротермальных растворов, источник которых одни исследователи связывают с глубинными частями гипербазитов по схеме автометаморфизма (В. Н. Лодочников), а другие — с более поздними кислыми интрузиями по схеме аллометаморфизма (А. Г. Бетехтин, Н. Д. Соболев, П. М. Татаринов). Наиболее значительные месторождения асбеста на Урале приурочены к Баженово-Алапаевскому змеевиковому поясу, протягивающемуся на расстоянии около 150 км.

Силикатные никелевые месторождения связаны с мезозойской корой выветривания, развитой на Урале к югу от широты 52°. Они приурочены к участкам коры выветривания змеевиков, а также к области их контакта с известняками, сохранившимися от послесреднеюрского эрозионного расчленения. Наиболее известные месторождения силикатных никелевых руд расположены в районах Верхнего Уфалея, Орска и Актюбинска.

4) Зона вулканогенных пород силура-девона и их разностей, претерпевших зеленокаменный метаморфизм, замечательна концентрацией в ее пределах известных серноколчеданных и медно-колчеданных месторождений Урала, кроме того, в их пределах размещается главная часть скарновых месторождений железных и медных руд, связанных с плагиогранитами и плагиосиенитами ранней стадии герцинского цикла.

По данным В. М. Сергиевского (1960), в меденосной полосе эффузивных пород выделяются три ее части: центральная порфиритовая, соответствующая узкой зоне средней части геосинклинальных прогибов, и две краевые, в пределах которых преобладают породы спилито-кератофировой формации, приходящиеся на фланги прогибов. Колчеданные месторождения сосредоточены в пределах этих последних, тяготея к их стыку с центральной порфиритовой подзоной. Таким образом, намечаются два пояса колчеданных месторождений: западный и восточный. В западном находятся Блявинское, Баймакское, Дегтярское, Карпушинское, Левихинское и другие месторождения; в восточном — Сибайское, Учалинское, Бакрузякское и др. В пределах этих поясов они концентрируются близ центров излияния альбитофирам, имевших место как среди пород спилитовой, так и порфиритовой подзон. Генезис колчеданных месторождений Урала сложный и спорный. Сторонники постэффузивного их образования, якобы имевшего место до метаморфизма вмещающих пород, намечают несколько эпох формирования этих месторождений, в том числе в уинлоке, нижнем лудлоу (большая часть) и в нижнем девоне (на юге). Сторонники более позднего

образования, якобы происходившего после существенного метаморфизма вмещающих пород, склонны рассматривать колчеданные месторождения Урала как продукт гидротермальной деятельности, связанной с постмагматическими процессами среднего или даже верхнего палеозоя.

Железорудные месторождения в скарнах приурочены к экзоконтактам гранодиоритовых, плагиогранитных и сиенитовых массивов, являющихся кислыми дифференциатами габбровой магмы, внедрившимися на позднем этапе ранней стадии геринского цикла. Они сформированы за счет метасоматического замещения палеозойских эфузивно-туфовых и карбонатных пород, отличаются резким преобладанием в их составе гранатов и пироксенов, а также обильной концентрацией магнетита, столь характерной для рудоносных скарнов, генетически связанных с умеренно кислыми и щелочными магматическими производными основных пород. Описываемые месторождения известны в ореолах комплексов изверженных пород гранодиоритового, плагиогранитного и сиенитового состава. К ним принадлежат месторождения г. Высокой, г. Благодать, Лебяжинское и др., являющиеся значительными месторождениями богатых железных руд на Урале.

Медные месторождения в скарнах Урала развиты не так широко, как железорудные. Их примером могут служить скопления халькопирита в зональных скарнах Турьинского и Гумешевского районов. Скарны расположены близ контакта с гранодиоритами турьинского комплекса, относящегося к кислым производным основных изверженных пород Урала.

В железорудных скарнах Урала наряду с другими второстепенными минералами присутствует халькопирит, а в меденоносных скарнах находится магнетит. Сродство этих месторождений подтверждается наличием смешанных магнетито-халькопиритовых обособлений в скарнах, к которым принадлежит Меднорудянское месторождение медистых магнетитов, связанное с интрузивом тагило-кушвинского комплекса.

5) Зоны гранитных интрузий, перемежающиеся с поясами вулканогенных пород и гипербазитовых и базитовых интрузий, отличаются развитием в их пределах кварцево-арсенопирит-золотых и кварцево-золотых месторождений. В их же пределах встречаются одиночные месторождения вольфрама и других редких металлов.

Обращает на себя внимание удивительно отчетливая особенность верхнепалеозойского постмагматического оруденения, обусловленная тем, что промышленные месторождения этой группы принадлежат исключительно к высокотемпературным образованиям. Практически важных и характерных месторождений средних и низких интервалов гидротермального рудообразования на Урале нет. Незначительные рудоотложения свинца и цинка, сурьмы и ртути, барита и флюорита, во-первых, встре-

чаются крайне редко, а во-вторых, пока не имеют никакого практического значения.

6) На востоке Урала находится зона типично выраженного двухъярусного строения. Нижний ее ярус сложен смятыми в складки и выполненными магматическими образованиями палеозойскими породами. Верхний ярус образован пологозалегающими мезозойскими, палеогеновыми и неогеновыми, преимущественно терригенными осадочными породами, резко несогласно перекрывающими породы основания. В породах обоих ярусов распространены различные месторождения. В нижнем структурном ярусе развиты скорее всего месторождения,ственные третьему, четвертому и пятому типу оруденения Урала. Из-за трудностей поисков в нижнем ярусе пока обнаружены лишь крупные скопления магнетитовых руд в скарнах типа Соколовского, Сарбайского и других месторождений Кустаная.

Для верхнего яруса характерны разнообразные осадочные месторождения. Среди них выделяются месторождения марганца палеогенового возраста (Полуночное, Ново-Березовское, Марсиятское и др.), месторождения бурых железняков в породах мелового (Аятское и др.) и палеогенового возраста (Лисаковское), бокситы в породах триасово-юрского и мелового возраста (Каменский, Режевский, Алапаевский районы), триасово-юрские угли (Челябинский бассейн, Богословское, Волчансское), а также месторождения оgneупорных глин, трепелов, опок и диатомитов различного возраста.

* * *

Для Урала типичнейшими и широко развитыми являются месторождения железа. Процессы накопления железа переполняют все этапы истории геологического развития этой области, характеризуя седиментационные, магматогенные и метаморфогенные процессы. Почти во всех крупных подразделениях сводного стратиграфического разреза осадочных пород Урала известны железорудные месторождения, представляющие ту или иную промышленную ценность. В толще древних глубоко метаморфизованных пород докембрия и нижнего палеозоя находятся месторождения Комарово-Зигазинского района, Бакала и др. Среди девонских пород залегают месторождения Пашийское, реки Чусовой и др. В каменноугольных свитах известны месторождения Старое и Новое Уткинское, Илимское, Кунгурское и др. В пермских осадках заключены Иргинское, Молебское и другие месторождения. К юрским относится Алапаевское, а к меловым — Аятское, Тагильское, Сосьвинское и другие месторождения. К палеогену принадлежат Лисаковские железные руды. С основными породами связаны упоминавшиеся выше древние и среднепалеозойские магматические месторождения ильменито-магнетитовых и титано-магнетитовых руд, а с умеренно кислыми и щелочными гранитоидами среднего палео-

зоя — крупнейшие не только на Урале, но и во всем мире магнетитовые месторождения в скарнах. Даже постмагматические гидротермальные процессы на Урале характеризовались выделением грандиозных масс железа, накопившихся в его многочисленных колчеданных залежах.

Вторым металлом, месторождения которого развиты на Урале, является медь. Среди медных месторождений и рудо-проявлений Урала намечается четыре генетических разновидности. К первой принадлежат колчеданные месторождения вулканогенных зон Урала. Второй разновидностью являются скарновые месторождения меди типа Турынских рудников, не играющих существенной практической роли. Третьим — являются своеобразные магматические месторождения вкрапленных титано-ванадиево-медных руд в габбро, подобные Волковскому. Наконец, четвертую разновидность представляют инфильтрационные скопления медных руд в пермских песчаниках западного склона Урала, разрабатывавшиеся в прошлом и ныне утратившие свое практическое значение.

Очень характерны для Урала также месторождения золота. Среди них можно выделить три генетических разновидности. К первой относятся многочисленные в основном верхнепалеозойские гидротермальные золотосодержащие кварцевые и кварцево-арсенопиритовые жилы и жильные системы, распространенные вдоль всего Урала, преимущественно на его восточном склоне. Ко второму типу принадлежат достаточно своеобразные вторичные скопления золота (с серебром) в нижней части зоны окисления (железной шляпы) многих колчеданных месторождений Урала. Третьей разновидностью являются в прошлом широко распространенные, а теперь в значительной степени отработанные россыпи. Коренные источники золота в россыпях Урала достаточно разнообразны. К ним относятся золотоносные жилы, колчеданные руды, а также зоны пиритной импрегниации в древних метаморфических породах. Помимо позднечетвертичных, на Урале установлены и более древние россыпи, среди которых наиболее существенные связаны со среднеурской и плейстоценовой эпохой россыпнеобразования (И. С. Рожков, 1948 г.).

Наконец, среди месторождений типичных для Урала, должны быть упомянуты месторождения хромитов, асбеста, талька.

Магматизм и оруденение составных частей геосинклиналии. Особенности размещения изверженных пород и эндогенных месторождений могут быть рассмотрены в рамках тектонических секторов герцинской геосинклиналии Урала.

Область распространения герцинских геосинклинальных процессов на Урале была в основном расположена к востоку от Центрально-Уральского антиклиниория, поднятие которого возникло в результате каледонской складчатости. Герцинская гео-

синклиналь Урала отличается тем, что она не распадается на классические составляющие элементы. В ее пределах трудно наметить внутреннюю и периферические зоны в том их виде, какой они имеют в нормальных геосинклиналях. Зато герцинская геосинклиналь Урала обладала отчетливо выраженными геосинклинальными рвами, наличие которых в существенной степени определило всю историю геологического развития, особенности тектоники, магматизма и рудоносности этой провинции. В сущности, поперечное сечение уральской герцинской геосинклинали состояло из чередования таких рвов и разделяющих их пространств. Первый, наиболее крупный и выдержаный геосинклинальный ров заложился и развивался непосредственно к востоку от Центрально-Уральского поднятия (ров Магнитогорско-Нижнетагильского синклиниория). Второй, менее значительный ров соответствует Восточно-Уральскому синклиниорию. К западу от него расположен антиклиниорий Восточной зоны гранитных интрузий, а с востока находится полузакрытый мезозайско-кайнозойским чехлом Зауральский антиклиниорий. Эти три элемента — антиклиниорий Восточной зоны гранитных интрузий, Восточно-Уральский синклиниорий и Зауральский антиклиниорий — условно можно отнести к внутренней части герцинской геосинклинали Урала. В последнее время восточнее Зауральского антиклиниория под покровом мезозойских и кайнозойских пород намечается третий геосинклинальный ров. Западным геоантиклинальным обрамлением геосинклинали служит Центрально-Уральский антиклиниорий. Восточная половина герцинской складчатой зоны вместе с ее восточной рамой, как уже указывалось, погребена под рыхлыми отложениями мезозоя и палеогена Зауралья.

Общая схема эволюции прогибов и поднятий, магматизма и металлогенеза геосинклинали Урала в герцинский цикл развития показана на рис. 15.

Ранняя стадия геосинклинального развития герцинского цикла на Урале была решающей в определении металлогенического облика этой провинции. Энергичные магматические процессы и связанное с ними рудообразование этой стадии заложили основы рудоносности Урала. Она должна быть подразделена на два этапа. В начальный этап ранней стадии происходило погружение только узких, линейно вытянутых зон геосинклинальных рвов, выполнившихся мощными толщами субмаринных вулканогенных пород спилито-кератофирового и порфиритового состава. Во второй этап ранней стадии погружение охватило более широкую область, включающую и пространство, разделявшее зоны геосинклинальных рвов.

Ранняя стадия геосинклинального развития на Урале сопровождалась не только обильным вулканизмом, но и интенсивным глубинным магматизмом. В это время были сформированы гипербазиты, базиты, а также плагиограниты и сиениты.

Гипербазиты и базиты внедрялись главным образом вдоль линейных зон глубинных разломов, ограничивающих геосинклинальные рвы, образуя узкие пояса ультраосновных и основных

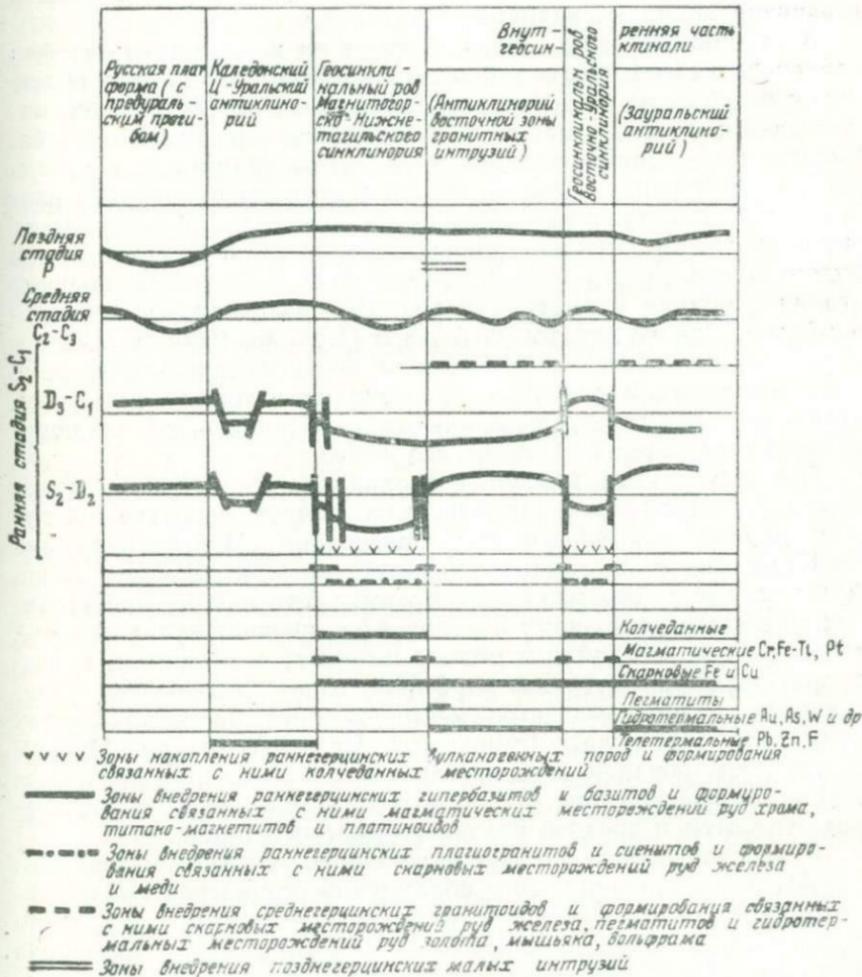


Рис. 15. Схема эволюции Уральской герцинской геосинклиналии, еемагматизма и металлогенеза

пород Урала, контролирующих размещение магматических месторождений этой провинции.

Плагиограниты и сиениты, представляющие собой крайние кислые и щелочные дифференциаты основных пород ранней стадии развития, не ограничиваются пограничными зонами разломов, а распространены на всей площади вулканогенных пород.

Таким образом, все продукты обильной магматической и постмагматической деятельности ранней стадии герцинского цикла развития на Урале оказались строго локализованными в пределах сравнительно узких зон геосинклинальных рвов и ограничивающих их глубинных разломов.

В среднюю стадию, приходящуюся на период главных фаз складчатости среднего — верхнего карбона, происходило общее поднятие области с сохранением локальных остаточных геосинклиналей и с зарождением Предуральского передового прогиба. Складчатость сопровождалась внедрением гранитных интрузивов, разместившихся исключительно в зонах антиклиниориев, разделяющих синклиниорные зоны глубинных рвов. Интенсивность эндогенного оруденения средней стадии была заметно ниже рудоносности ранней стадии. Тектонические движения средней стадии оборвали магматизм и рудообразование геосинклинальных рвов. Однако некоторые геологи (Пронин, 1960; Н. Д. Соболев, 1960 г.) полагают возможным более позднее повторение ультраосновных и основных интрузий по глубоким разломам, ограничивающим геосинклинальные рвы, вплоть до заключительной стадии геосинклинального цикла.

Поздняя стадия полной консолидации складчатого пояса Урала была еще менее интенсивна как в части магматизма, так и в смысле эндогенного рудообразования. Малые интрузии, свойственные этой стадии, нехарактерны для Урала. Лишь местами, вдоль зон разломов, преимущественно по трещинам, параллельным восточному ограничению основной вулканогенной зоны, внедрялись дайки и мелкие штоки гранодиоритов, гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров, сопровождавшиеся образованием гидротермальных месторождений кварцево-золотых руд типа Березовска, Ляминского, Исовского и др. Причем время формирования этих месторождений далеко не ясно; возможно, дайковые серии и сопровождающее их золотое оруденение относятся к средней стадии герцинского цикла.

В это же время, по представлениям В. М. Сергиевского (1960), в геоантиклинальном обрамлении герцинской геосинклинали, в пределах Центрально-Уральского антиклиниория, были сформированы телетермальные месторождения флюорита (Амдерма, Сыростанское и др.), а также мелкие рудопроявления свинца и цинка (о-в Вайгач, Чердын, Уткинское, Подволошний рудник, Верхне-Аршинское и др.).

На примере герцинской геосинклинали Урала можно охарактеризовать металлогенические особенности следующих тектонических элементов: геосинклинальных рвов, глубинных разломов, внутренних геоантиклиниориев и внешних геоантиклиниориев (геосинклинальная рама).

Геосинклинальные рвы Урала очень характерны по особенностям их рудоносности. Эта рудоносность целиком определяется магматизмом и металлогенией ранней стадии геосин-

клинального развития. В эту стадию геосинклинальные рвы были выполнены субмаринными эфузивами, с которыми связано мощное колчеданное оруденение. Несколько позднее, но в рамках времени ранней стадии, в связи с интрузией плагиогранитов и сиенитов здесь были образованы скарновые месторождения железных, а также медных руд. Металлогенез железа и меди, заложенная на самых ранних этапах развития герцинской геосинклинали, в ее геосинклинальных рвах, стала определяющей для этой провинции.

Глубинные разломы, ограничивающие геосинклинальные рвы, также обладают типичным магматизмом и металлогенией. Они контролируют размещение интрузий ультраосновных и основных пород и сопровождающих их магматических месторождений хромитов, титано-магнетитов, платиноидов и алмазов, вытянутых в виде узких прерывистых цепей по границам геосинклинальных рвов и разделяющих их внутренних и внешних геоантеклиниориев.

Внутренние геоантеклиниории на первом этапе ранней стадии в виде поднятий разделяли геосинклинальные рвы. Затем, на втором этапе, они сравнительно ненадолго вовлекались в геосинклинальное погружение, чтобы вскоре, в период главных фаз складчатости, превратиться в антиклиниории, разделяющие вулканогенные синклиниории, возникшие на месте геосинклинальных рвов. В их пределах сосредоточивается вся масса гранитных интрузий средней стадии развития и связанные с ними постмагматические гидротермальные месторождения.

Геосинклинальная рама (внешние геоантеклиниории) на Урале открыта только с запада, где она представлена Центрально-Уральским антиклиниорием. Месторождения герцинского цикла развития в пределах Центрально-Уральского антиклиниория ограничиваются телетермальными месторождениями и рудопроявлениями флюорита, свинца и цинка поздней стадии геологического развития.

Строгая локализация продуктов магматических и металлогенических процессов по генетически различным тектоническим секторам Уральской складчатой области привела к отчетливой региональной зональности в размещении комплексов изверженных горных пород и ассоциированных с ними магматогенных месторождений.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Билибина Т. В. Металлогенез южной части Ю. Урала. «Советская геология», 1960, № 6.
Воробьева О. А. и др. Габбро-пироксенит-дуунитовый пояс Урала. Тр. ИГЕМ АН СССР, вып. 65, 1961.
Высоцкий Н. К. Геологическая карта Урала. Госгеолиздат, 1931.

Заварицкий А. Н. Некоторые вопросы геологии Урала. Изв. АН СССР, сер. геол., 1941, № 3.

Коллектив авторов (М. И. Горань, А. А. Иванов, С. Н. Иванов, Н. В. Куклин, М. Л. Скобников, Д. С. Штейнберг и др.). Материалы по геолог. и полезн. ископ. Урала. Свердловск, 1958.

Колчеданные месторождения Урала. Сб. статей. Изд-во АН СССР, 1950.

Молдаванцев Ю. Е., Перфильев А. С., Херасков Н. П. Закономерности размещения магматизма и метаморфизма севера Урала в связи с тектоническими структурами. Докл. сов. геолог. к XXI сессии МГК, пробл. 13, 1960.

Овчинников Л. Н. К вопросу определения абсолютного возраста рудных месторождений Урала. «Геохимия», 1958, № 6.

Овчинников Л. Н. Контактово-метасоматические месторождения Среднего и Северного Урала. Тр. горно-геолог. ин-та Урал. фил. АН СССР, вып. 39, 1960.

Первое Уральское петрографическое совещание. Тезисы докладов. Свердловск, 1961.

Пронин А. А. Основные этапы формирования тектонических структур и глубинных магматических пород Урала. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Тр. II Всесоюзн. петрограф. совещ., Госгеолтехиздат, 1960.

Романов Б. М. Гранитная формация Урала и ее редкометальная металлогенез. В сб.: «Геология и полезные ископаемые Урала», вып. I, Госгеолиздат, 1947.

Сергиевский В. М. Магматизм и металлогенез Урала. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Тр. II Всесоюзн. петрограф. совещ., Госгеолиздат, 1960.

Соболев Н. Д. Тектоника и магматизм Урала. Первое Урал. петрограф. совещ., Свердловск, 1961.

Штейнберг Д. С. Основные черты петрологии и металлогенеза интрузивных формаций Урала. Первое Урал. петрограф. совещ., Свердловск, 1961.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

КАЗАХСТАН

Границы. Ниже описывается часть территории Казахстана сложенной допалеозойскими и палеозойскими комплексами горных пород. На западе она граничит с молодыми отложениями Тургайского пролива, на севере — с Западно-Сибирской низменностью, на юге — с горными хребтами Киргизии, а на Востоке (в целях характеристики площади единого геологического строения) в нее включается западная часть Горного Алтая, представляющая собой пограничный район Алтае-Саянской складчатой области Западной Сибири. Здесь имеется в виду территория Центрального Казахстана, Рудного и Горного Алтая.

Описание этой рудной провинции основано преимущественно на трудах Ю. А. Билибина (1947), А. А. Богданова (1959), Р. А. Борукаева (1955), Н. Л. Бубличенко (1961), И. Ф. Григорьева (1934), Д. И. Горжевского, В. А. Комар и Г. Ф. Яковлева (1955), Н. А. Елисеева (1933), П. Ф. Иванкина (1961), Н. Г. Кассина (1935, 1937), А. К. Каюпова (1960), П. Н. Кропоткина (1950), В. С. Коптева-Дворникова (1952), Л. А. Мирошниченко (1956), В. П. Нехорошева (1947, 1958 и др.), К. И. Сат-

паев (1957, 1959 и др.), А. И. Семенова (1957), Ф. Н. Шахова (1940), Г. Н. Щербы (1956), Г. Ф. Яковлева (1959).

Циклы и стадии развития. Если не считать участков распространения допалеозойских комплексов метаморфических пород, известных преимущественно на крайнем западе описываемой территории, в Улутауских и Кокчетавских холмах, то внутренние структуры всей остальной площади сформированы в течение каледонского и герцинского циклов развития.

Каледонский цикл геологического развития с его структурами, комплексами изверженных пород и месторождениями проявлен преимущественно в западной части Казахстана. Его ранняя стадия, охватывающая интервал времени от кембрия до ордовика включительно, характеризуется накоплением мощных толщ спилито-кератофировых эфузивных пород, комагматичных с ними гипабиссальных малых интрузий порfirитового и порфирового состава, а также внедрением небольших ультраосновных интрузий. В среднюю стадию, приходящуюся на силур, были сформированы крупные массивы гранодиоритов и гранитов, а в завершающую стадию каледонского цикла в нижнем девоне по разломам внедрились «малые интрузии» преимущественно гранитоидного состава иногда довольно крупных размеров.

Герцинский цикл формирования геологических структур, интрузий и оруденения развивался по-разному для западной и восточной частей Казахстана. В западной половине все эти процессы протекали в обстановке переходной от геосинклинальной к платформенной, а на востоке сохранился геосинклинальный режим.

В Центральном и Западном Казахстане средне- и верхнепалеозойские породы образовали систему наложенных мульд на каледонском складчатом основании, создав отчетливое двухъярусное геологическое строение этой площади. Интрузивная деятельность герцинского цикла и связанное с ней оруденение контролируется крупными разломами в нижнем структурном ярусе. Отмечаются две эпохи глубинного магматизма. Раннегерцинские интрузии среднего карбона представлены сложными многофазными гранитоидами, начиная от диоритов, гранодиоритов до щелочных гранитов. Они вытянуты вдоль ряда субширотных и субмеридиональных зон разломов фундамента (Атасу-Успенско-Карагайлинская, Кулы-Кособа-Акчатауская, Прибалхаш-Кзылрай-Каркаралы-Баянаульская и другие зоны). Позднегерцинские интрузии верхнего карбона и перми представлены аляскитовыми гранитами, пространственное положение которых также подчиняется субширотным и субмеридиональным зонам разломов (Атасу-Успенско-Карагайлинская, Коунрад-Бектау-Ата-Акчатау-Каркаралы-Баянаульская и другие зоны).

В Восточном Казахстане в отличие от западной его части в среднем и верхнем палеозое протекал процесс превращения

герцинской геосинклинальной системы в верхнепалеозойскую складчатую область. Примером этого процесса может служить наиболее полно изученная Зайсанская геосинклиналь. Она вытягивалась в север-северо-западном направлении, обрамляясь о востока каледонской платформой Горного Алтая, а с запада таким же каледонским основанием хребта Чингиз. Эта геосинклиналь рассматривается как унаследованный прогиб на месте недоразвитой каледонской геосинклинальной зоны. В истории ее развития намечается три стадии. В раннюю стадию, в среднем и верхнем девоне, происходило накопление мощных вулканогенных толщ преимущественно кислого состава, сопровождавшееся формированием малых субвулканических интрузивов кварцево-альбитофирового состава. В это же время были образованы недавно выявленные среднедевонские граниты, а также небольшие интрузии перidotитов и пироксенитов (серпентинизированных). Геологическое положение среднедевонских гранитов и их металлогеническая роль достаточно надежно не определены. В среднюю стадию, отвечающую периоду времени от среднего карбона до перми, произошло отмирание Зайсанской геосинклинали. В среднем карбоне, возникло срединное Калба-Нарымское поднятие с разделением геосинклинали на две части: северо-восточный прогиб Рудного Алтая и менее значительный юго-западный Жарминский прогиб. Затем, в верхнем карбоне, в результате завершающих фаз герцинской складчатости вся геосинклиналь была превращена в консолидированную зону. В среднюю стадию геосинклинального развития внедрились две интрузии. В результате более ранней был образован змеиногорский гранитоидный комплекс. По времени внедрения (средний карбон) и по составу пород (сложные интрузии от габбро-норитов, диоритов до щелочных гранитов) этот комплекс полностью отвечает ранне-герцинским гранитоидам западной части Казахстана. Породы этого комплекса распространены в областях послесредне-карбоновых прогибов Рудного Алтая и Жарминской зоны.

Позднее был сформирован калбинский гранитный комплекс. Он представлен верхнекарбоновыми — пермскими аляскитовыми гранитами, точно также очень сходными с позднегерцинскими лейкократовыми гранитами западной части Казахстана. Породы Калбинского гранитного комплекса в отличие от пород змеиногорского комплекса размещаются в зоне срединного Калба-Нарымского поднятия, а также в бортах Зайсанской геосинклинали — в Горном Алтае и вдоль северо-восточного склона хребта Чингиз.

Поздняя стадия развития Зайсанской геосинклинали в пермское время, относящаяся уже к периоду, переходному от геосинклинального к платформенному, характеризуется образованием и обновлением ранее заложенных крупных разломов и внедрением рудноалтайской серии малых интрузий состава кварцевых альбит-порфиров, кварцевых порфиров, гранит-порфиров, пла-

тиогранитов и порфиритов. Эти породы получили исключительное распространение на территории Рудного Алтая и отчасти на границе Калба-Нарымской и Жарминской зон (чарский комплекс малых интрузий кислого и щелочного состава).

Зональное размещение комплексов изверженных пород по отдельным секторам Зайсанской складчатой области привело к необычайно отчетливой региональной зональности в размещении связанных с ними эндогенных месторождений.

Рудные месторождения. В Казахстане известны протерозойские, каледонские и герцинские эндогенные рудные месторождения.

Протерозойские месторождения не имеют такого большого значения, какое принадлежит каледонским и особенно герцинским образованиям. Ведущими среди них являются метаморфогенные месторождения железистых кварцитов Карсакпая. Кроме того, с древними гипербазитами и базитами связаны проявления гистеромагматических сульфидных медно-никелевых руд, а с кислыми гнейсо-гранитами — проявления золота, оловошелеитовых руд в пегматитах и грейзенах (Куспек) и гидротермальных жил с сульфидами меди (Майтюбе).

Каледонские месторождения формировались на протяжении всех стадий геосинклинального развития. В вулканогенных комплексах ранней стадии в связи с субвулканическими интрузиями находится ряд месторождений, среди которых могут быть отмечены:

1) Колчеданные с золотом, медью, свинцом и баритом (Майкаин, Александровское);

2) Прожилково-вкрапленные медно-молибденовые руды (Бощекуль);

3) Скарновые с магнетито-гематитовыми скоплениями, местами содержащими минералы меди и кобальта (Ушбулак, Атансор).

С гранитными интрузиями средней стадии связаны кварцево-грейзеновые образования с шеелитом, кассiterитом и монацитом.

Малым интрузиям поздней стадии соответствуют наиболее значительные в Казахстане гидротермальные кварцево-золотые месторождения с шеелитом (Степняк) или с сульфидами и арсенидами меди, свинца, цинка и сурьмы (Бестюбе). Таким образом, каледонская металлогения как на ранних, так и на поздних этапах определяется в основном формированием золотых месторождений.

Герцинские месторождения связаны с ультраосновными породами, с комплексами раннегерцинских и позднегерцинских гранитоидов, а также с малыми интрузиями конца этого цикла.

К локальным массивам змеевиков приурочены мелкие рудо-проявления хромита (Суук-булак, Туловей, Букур и др.).

Сложные раннегерцинские гранитоиды среднего карбона, несмотря на различные условия их формирования в западной и восточной частях Казахстана, сопровождались образованием однотипных месторождений полезных ископаемых. Среди них наиболее распространенными являются месторождения скарновой формации железных руд (Кентюбе, Бухтарминское и др.), медных руд (Шлаттер и др.), железо-медно-молибденовых руд (Мурзачеку, Самобет и др.) железо-медно-кобальтовых руд (Саяк) и полиметаллических руд (Гульшад, Кзыл-Эспе и др.).

С лейкократовыми позднегерцинскими гранитами также повсеместно связаны однообразные месторождения. Для них характерны прежде всего месторождения пегматитовой, кварцевогрейзеновой и кварцевой формации; в Центральном Казахстане и в Горном Алтае — месторождения молибденовых, вольфрамовых и молибдено-вольфрамовых руд (Восточный Коунрад, Караба, Верхнее Кайракты, Жанет, Чиндагатуй, Колывань и др.); в Қалба-Нарымских горах и отчасти в Центральном Казахстане — месторождения оловянных, вольфрамовых и оловянно-вольфрамовых руд (Убинское, Чудское и др.).

Для месторождений конечной стадии герцинского цикла характерны различные полиметаллические и медные образования. Среди полиметаллических месторождений можно наметить следующие разновидности:

а) метасоматические залежи сплошных и вкрапленных полиметаллических руд в эфузивно-осадочных породах Рудного Алтая (Лениногорское, Зыряновское, Змениногорское, Березовское, Белоусовское и др.);

б) так называемые «тетермальные» пластовые и секущие тела свинцово-цинковых руд в карбонатных породах хребта Карагатау (Миргалимсай, Ачисай и др.);

в) скопления полиметаллических руд в скарнах и в зонах изверженных пород Центрального Казахстана (Карагайлы, Кайракты, Аксоран и др.);

г) кварцевые жилы и прокварцованные зоны с галенитом в различных породах (Кургасын, Кужалы и др.).

Среди медных месторождений выделяются:

а) так называемые «тетермальные» месторождения медистых свинецсодержащих песчаников (Джезказган);

б) гидротермальные месторождения прожилково-вкарпленных медных молибденсодержащих руд (Коунрад и др.);

в) метасоматические линзовидные и жилообразные залежи колчеданных медных цинкодержащих руд Рудного Алтая (Николаевское и др.).

Позднегерцинские золотокварцевые месторождения известны в Қалбе и на Южном Алтае.

Общая последовательность формирования эндогенных рудных месторождений Казахстана изображена в табл. 6.

Таблица 6

Эндогенные рудные месторождения Казахстана

Цикл	Стадия (этап)	Комплексы магматических пород	Группы месторождений
Протеро-зойский		Метаморфические толщи	Железистые кварциты
		Гипербазиты, базиты	Магматические медно-никелевые рудопроявления
		Гнейсо-граниты	Пегматиты и грейзены с касситеритом, шеелитом и золотом
Каледон-ский	Ранняя	Субвулканические порфиры и порфиры; спилито-кератофиры; плагиограниты	Серно- и медноколчеданные с золотом; прожилково вкрапленные медно-молибденовые; скарновые железных руд с кобальтом
	Средняя	Массивы гранодиоритов и гранитов	Кварцево-грейзеновые рудопроявления с касситеритом, монацитом, шеелитом
	Поздняя	Малые интрузии гранитоидов	Кварцево-золотые месторождения
Герцин-ский	Ранняя	Мелкие массивы змеевиков	Рудопроявления хромита
	Средняя	Ранне-герцин-ский	Скарновая формация руд железа, меди, а также молибдена, кобальта и полиметаллов
	Средняя	Поздне-герцин-ский	Лейкократовые граниты
	Поздняя	Малые интрузии кварцевых альбит-порфиров, щелочных гранит-порфиров, порфиров и лиабазов	Пегматитовые и кварцево-грейзеновые месторождения руд молибдена, вольфрама, олова, лития
			Гидротермальные медные и полиметаллические месторождения, мелкие кварцево-золотые месторождения

Закономерности размещения рудных месторождений. В Центральном Казахстане отсутствует отчетливая региональная зональность в размещении эндогенных рудных месторождений. Здесь намечаются лишь некоторые тенденции распределения этих месторождений. В их числе можно указать на размещение всех протерозойских месторождений и рудопроявлений в крайней западной зоне Казахстана. Отчетливо к северной части Центрального Казахстана тяготеют раннекаледонские золото-колчеданные и позднекаледонские золото-кварцевые месторождения. Все остальные месторождения, особенно месторождения

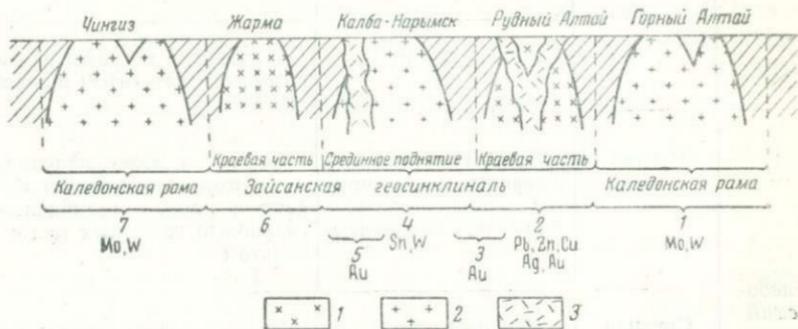


Рис. 16. Схема региональной зональности в размещении рудных месторождений Зайсанской геосинклинали

1 — Змеиногорский комплекс умеренно кислых гранитоидов среднего карбона;
2 — Калбинский комплекс лейкократовых гранитов перми; 3 — Рудноалтайский комплекс малых интрузий верхнего палеозоя

герцинской эпохи, будучи приурочены к перекрещивающимся крупным тектоническим расколам, не создают картины упорядоченного регионально-зонального размещения.

Иначе обстоит дело в восточной части Казахстана в пределах территории, соответствующей Зайсанской геосинклинали. Здесь намечается семь отчетливых рудных зон, закономерно сменяющих друг друга по мере движения вкрест Зайсанской складчатой зоны при переходе от одного ее сектора к другому (рис. 16).

Первая рудная зона находится на Горный Алтай, отвечает восточной части каледонской рамы герцинской геосинклинали, вовлеченней в верхнепалеозойские тектонические деформации и магматизм; для нее характерно наличие кварцево-грейзеновых молибденовых и молибдено-вольфрамовых руд, связанных с позднегерцинскими лейкократовыми гранитами (Чиндагатуй, Колывань и др.).

Вторая зона соответствует краевой части герцинской геосинклинали в Рудном Алтае, где известны небольшие скарновые рудопроявления железных и медных руд, сопутствующие

раннегерцинским умеренно кислым гранитам, а также знаменные месторождения полиметаллических руд, парагенетически связанные с рудноалтайской серией малых интрузий (Лениногорское, Зыряновское, Змеиногорское, Белоусовское, Березовское и др.).

Узкий третий рудный пояс золотых месторождений вытянут вдоль южной части Прииртышского глубинного разлома, отграничивающего Рудный Алтай от Калба-Нарымской зоны (Манко, Алакбек и др.).

Четвертая рудная зона приходится на Калба-Нарымскую гряду, соответствует срединному поднятию Зайсанской геосинклинали и характеризуется развитием пегматитовых и кварцево-гнейзеновых образований с оловом, вольфрамом и другими элементами, связанными с интрузией позднегерцинских лейкократовых гранитов (Убинское, Чудское и др.).

Пятый рудный пояс, подобный, третьему, проходит вдоль западного борта Калба-Нарымской зоны и характеризуется золотым оруденением (Кулуджун, Лайлы и др.).

Шестая зона приходится на район Жармы, соответствует точно так же, как и зона Рудного Алтая, краевой части герцинской геосинклинали, но в отличие от последней не содержит сколько-нибудь значительного полиметаллического оруденения, что увязывается с отсутствием в Жарминской зоне позднегерцинских малых интрузий.

Седьмая зона приходится на Чингиз, соответствует западной части платформенной рамы герцинской геосинклинали, характеризуется проявлением, так же как и в ее восточном борту, позднегерцинской лейкократовой интрузии и сопутствующих ей кварцево-гнейзеновых месторождений молибденовых и вольфрамовых руд (Дегелен, Ленинжол и др.).

Известны колчеданные месторождения медных руд и кварцево-золотые месторождения каледонского цикла.

Магматизм и оруденение составных частей геосинклиналей. Закономерности магматических и металлогенических процессов в составных частях геосинклиналей могут быть исследованы на примере Зайсанской герцинской геосинклинали.

Внутренняя зона Зайсанской геосинклинали и соответствующее ей срединное поднятие среднекарбонового возраста входит в Калбинский хребет. Восточная периферическая зона этой геосинклинали целиком охватывает территорию Рудного Алтая, а западная периферическая зона приходится на Жарминскую депрессию. Достаточно мобильный геоантеклинальный борт Зайсанской геосинклинали с востока соответствует Горному Алтаю, а еще более подвижный западный борт — хребту Чингиз.

В истории развития Зайсанской геосинклинали намечаются три стадии (рис. 17).

В раннюю стадию, особенно в течение среднего и верхнего девона, в краевых частях геосинклинали (Рудный Алтай) про-

исходило накопление достаточно мощных толщ вулканогенных пород кварцево-альбитофирового и, в меньшей степени, андезито-порфиритового состава, сопровождавшееся формированием малых субвулканических интрузий кварц-альбитофиров. В эту

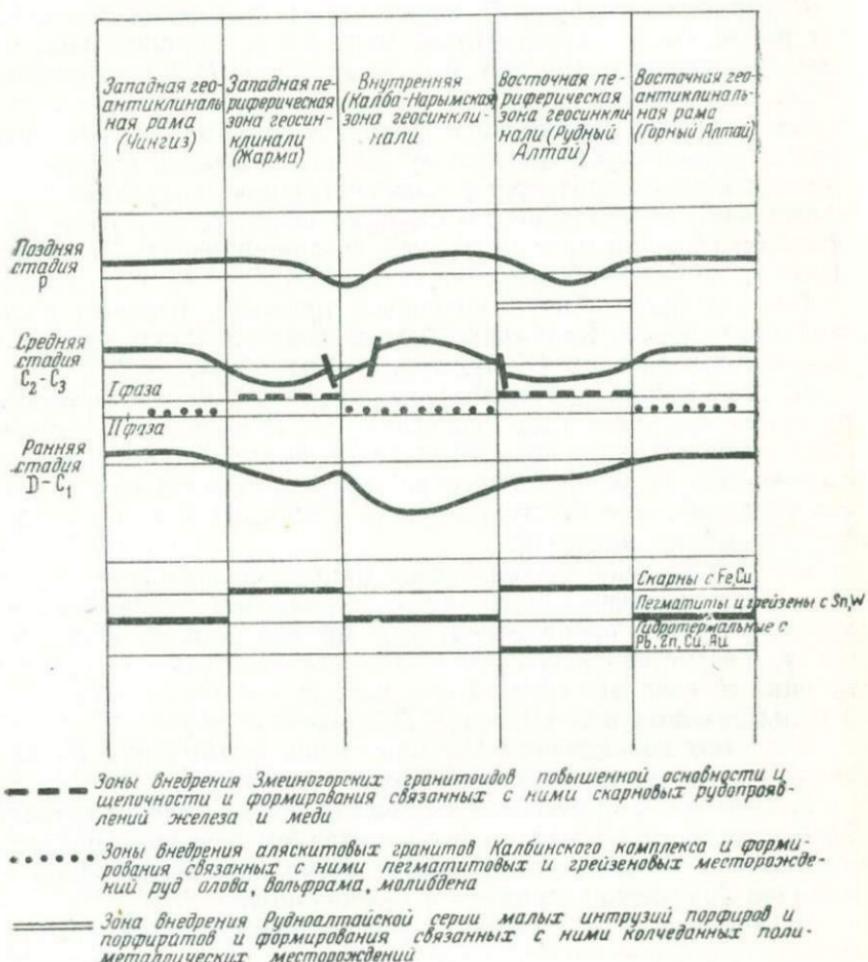


Рис. 17. Схема эволюции Зайсанской герциннской геосинклинали Восточного Казахстана, ее магматизма и металлогении

же стадию были образованы небольшие массивы перidotитов и пироксенитов (серпентинизированных). Существенных месторождений, синхронных гипербазитам и эфузивам ранней стадии развития Зайсанской геосинклинали, неизвестно. Поэтому она не имеет значения для анализа металлогении рассматриваемой области.

В среднюю стадию возникло срединное Калба-Нарымское поднятие, разделившее геосинклиналь на две части: северо-восточный прогиб Рудного Алтая и менее значительную Жарминскую депрессию. В эту стадию внедрились две интрузии. В первую из них среднекарбонового возраста был образован Змеиногорский комплекс гранитоидов повышенной основности и щелочности сложного состава. В последующую интрузию уже верхнекарбонового времени произошло внедрение аляскитовых гранитов Калбинского комплекса. Интрузии этих двух гранитоидных комплексов закономерно разместились по тектоническим секторам Зайсанской геосинклинали. Во внутренней зоне Калба-Нарымского срединного поднятия сосредоточилась главная масса аляскитовых гранитов, что обусловило возникновение здесь пояса пегматитовых и грейзеновых месторождений оловянных, вольфрамовых и других руд (Убинское, Чудское и др.). В периферических зонах Рудного Алтая и Жармы локализовались интрузии гранитоидов повышенной основности и щелочности Змеиногорского комплекса и связанные с ними скопления с магнетитом и халькопиритом (Бухтарминское, Орловское и др.).

В геосинклинальной раме произошли интрузии лейкократовых гранитов Калбинского комплекса, т. е. той же фазы и того же состава, что и граниты внутренней геосинклинальной зоны. В связи с этим в восточном борту Зайсанской геосинклинали, в Горном Алтае, возникли пегматитовые и кварцево-грейзеновые месторождения руд молибдена и вольфрама (Чиндагатуй, Колывань и др.). В западном борту, в Чингизе, при интрузии лейкократовых гранитов сформировались аналогичные кварцево-грейзеновые месторождения также молибденовых и вольфрамовых руд (Делеген, Ленинжол и др.).

Примечательной особенностью Зайсанской геосинклинали является удивительно симметричное размещение гранитоидных комплексов по ее тектоническим элементам. Умеренно кислые гранитоиды Змеиногорского комплекса заняли периферические зоны Рудного Алтая и Жармы, а аляскитовые граниты Калбинского комплекса разместились в области срединного поднятия Калбы и в геосинклинальных бортах — в Горном Алтае и в Чингизе. Это привело к симметричной региональной зональности в размещении эндогенных месторождений средней стадии геологического развития Зайсанской геосинклинали, сводящейся к наличию в ее пределах трех поясов пегматито-грейзеновых месторождений Горного Алтая, Калбы и Чингиза, разделенных зонами скарнового оруднения Рудного Алтая и Жармы.

Поздняя стадия полной консолидации Зайсанской геосинклинали пермского времени нарушила симметрию в размещении магматических комплексов и эндогенных рудных месторождений.

В эту стадию вдоль тектонических разломов внедрились малые интрузии, распределившиеся неравномерно в сечении оформленвшейся к тому времени Зайсанской складчатой зоны. Они проявились в двух секторах этой зоны: 1) на территории Рудного Алтая, где интрузивы получили исключительное развитие и представлены малыми гипабиссальными телами кварцевых альбит-порфиров, кварцевых порфиров, гранит-порфиров, плагиогранитов и порфиритов Рудноалтайского комплекса; 2) на границе Калба-Нарымской и Жарминской зоны как малые интрузии кислого и щелочного состава Чарского комплекса. Парагенетически связанные с ними полиметаллические месторождения обусловили оформление мощного пояса свинцово-цинковых образований Рудного Алтая (Лениногорское, Зыряновское, Белоусовское и др.).

Закономерное размещение комплексов магматических пород и ассоциированных с ними эндогенных месторождений по тектоническим зонам Зайсанской геосинклинали обусловило отчетливую металлогеническую характеристику ее составных частей.

Внутренняя зона Зайсанской геосинклинали, соответствующая Калба-Нарымскому поясу, наиболее проста по своему металлогеническому облику. Ее рудоносность связана с одноактным внедрением Калбинских лейкократовых гранитов второй фазы средней стадии развития, создавшей пояс пегматитовых и грейзеновых месторождений оловянных, вольфрамовых и других руд редких металлов.

Периферические зоны этой геосинклинали различны по своему металлогеническому содержанию. Наиболее сложной и насыщенной рудными месторождениями является восточная периферическая зона Рудного Алтая.

В ее пределах совмещены несущественные скарновые месторождения железа и меди, обусловленные интрузией умеренно кислых гранитоидов Змеиногорского комплекса, и грандиозные полиметаллические месторождения, парагенетически связанные с последующими малыми интрузиями Рудноалтайского комплекса. Западная периферическая зона Жармы при отсутствии на ее площади как малых интрузий поздней стадии геологического развития, так и отвечающего им полиметаллического оруднения резко отличается от своего восточного аналога.

Геосинклинальная рама Зайсанской геосинклинали по металлогенической характеристике подобна внутренней Калба-Нарымской зоне. Как полоса Горного Алтая, прилегающая к металлогенической зоне Рудного Алтая, так и Чингиз отличаются одноактной интрузией лейкократовых гранитов Калбинского типа, обусловившей развитие пегматитового и кварцево-грейзенового оруднения преимущественно молибденовых и вольфрамовых руд. Металлогеническую характеристику Горного Алтая и Чингиза определяют месторождения полиметаллических руд, обусловленные интрузиями гранитоидов Чингизской зоны.

гиза по сравнению с металлогеническим профилем Калбай-Нарымских гор осложняет лишь наличие в их пределах более древнего каледонского оруденения, отсутствующего в Калбе.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Билибин Ю. А. Связь золотого оруденения Северного Казахстана с интрузивными породами. Сб. материалов по геологии золота и платины, вып. 3, 1947.

Богданов А. А. Основные черты палеозойской структуры Центрального Казахстана. Бюлл. МОИП, отд. геолог., № 1, 1959.

Борукаев Р. А. Некоторые закономерности металлогенеза северо-востока Центрального Казахстана. Изв. АН КазССР, сер. геол., вып. 20, 1955.

Бубличенко Н. Л. Стратиграфический контроль в металлогенических процессах на Рудном Алтае. Тр. Алтайского горно-металлургич. ин-та, т. 10, Алма-Ата, 1961.

Григорьев И. Ф. Основные черты металлогенеза Рудного Алтая и Калбы. Большой Алтай, т. I, изд. АН СССР, 1934.

Горжеvский Д. И., Комар В. А., Яковлев Г. Ф. Структурно-фаунистические металлогенические зоны Рудного Алтая. ДАН АН СССР, т. 102, 1955, № 5.

Елисеев Н. А. К вопросу об изучении металлогенеза Калбинского хребта в Казахстане. «Проблемы Советской геологии», 1933, № 6.

Иванкин П. Ф. и др. Рудные формации Рудного Алтая. Изд. АН КазССР, Алма-Ата, 1961.

Кассин Н. Г. Металлогенические циклы Казахстана. «Проблемы советской геологии», 1935, № 2.

Кассин Н. Г. Связь вулканизма и металлогенеза с тектоническими структурами Казахстана. «Проблемы советской геологии», 1937, № 8.

Каюпов А. К. К вопросу о причинах зонального проявления эндогенного оруденения на Алтае. В сб. «Основные идеи Н. Г. Кассина в геологии Казахстана», Алма-Ата, 1960.

Кропоткин П. Н. Основные черты металлогенеза Центрального Казахстана. Ин-т геол. наук АН СССР, 1950.

Коптев-Дворников В. С. К вопросу о некоторых закономерностях формирования интрузивных комплексов гранитоидов (на примере Центрального Казахстана). Изв. АН СССР, сер. геол., 1952, № 4.

Металлогенические прогнозные карты. Изд. АН КазССР, Алма-Ата, 1959.

Мирошниченко Л. А. Рудоносность скарнов различных металлогенических эпох Центрального Казахстана. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., сб. 21, 1956.

Некорощев В. П. Закономерности распределения рудных месторождений Алтая. «Советская геология», 1947, сб. 29.

Некорощев В. П. Геология Алтая. Госгеолтехиздат, 1958.

Сатпаев К. И. О специфике и основных этапах развития металлогенеза Центрального Казахстана. Изв. АН СССР, сер. геол., 1957, № 3.

Сатпаев К. И. Комплексные металлогенические прогнозные карты Центрального Казахстана. В сб.: «Металлогенические и прогнозные карты». Изд. АН Каз. ССР, 1959.

Семенов А. И. Принципы и методика составления металлогенической карты Восточного Казахстана. «Советская геология», сб. 58, 1957.

Шахов Ф. Н. Основные черты металлогенеза Алтая. Тр. научн. конфер. по изуч. производ. сил Сибири. Томск, 1940.

Щерба Г. Н. Некоторые данные о металлогенезе Центрального Казахстана в связи с составлением частной карты прогноза. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., № 23, 1956.

Яковлев Г. Ф. Структуры рудных районов, полей и месторождений Рудного Алтая. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. II. Изд. АН СССР, 1959.

СРЕДНЯЯ АЗИЯ

Здесь рассматривается часть территории Средней Азии, занятой горными хребтами и межгорными долинами Киргизской, Узбекской, Таджикской и отчасти Туркменской республик. На севере провинция ограничивается хребтами Киргизским и Кунгей-Алатау, на востоке — границей с Китаем, на юге — границей с Афганистаном, на западе — пустынными областями западного Прикаспия. Эта площадь, простирающаяся от Киргизского хребта на севере до окончания Памира на юге на 650 км, а по широте — на 1200 км, является областью развития крупных хребтов Тянь-Шаня и Памира, которые разделяются в долготном направлении на четыре орографические и геологические зоны: Северный Тянь-Шань, Средний Тянь-Шань, Южный Тянь-Шань и Памир (рис. 18). В систему Северного Тянь-Шаня входит Киргизский хребет, продолжением которого на северо-западе, уже в пределах Казахстана, служит хребет Карагатай, на востоке — хребты Кунгей- и Терской-Алатау, составляющие горную раму высокогорного озера Иссык-Куль, а также Таласский Алатау и сложный пучок Джумгальских гор, расположенные к югу от Киргизского хребта. Средний Тянь-Шань образует в основном Чаткальский хребет, от которого в юго-западном направлении отходят Кураминские горы, а к юго-востоку — Ферганский хребет; к востоку от них расположены Атбашинские горы и могучий кряж Кокшалтау. Южный Тянь-Шань расположен к югу от Ферганской долины. В его систему входит Алайский хребет, к западу выделяющийся на три хребта: Туркестанский (с его продолжением — Нуратинскими горами), Зеравшанский и Гиссарский, а также расположенные южнее, на стыке с Памиром, Заалайский хребет и хребет Петра Первого с их высочайшими вершинами, достигающими высоты 7500 м. Металлогенические особенности Средней Азии описаны по данным личных исследований автора с учетом трудов Х. М. Абдуллаева (1960 др.), Ю. А. Арапова (1955), Р. Б. Баратова (1960), Ф. И. Вольфсона (1940), Д. Н. Елютина и др. (1960), Е. Д. Карповой (1960), А. В. Королева (1948), Б. Н. Наследова (1961), И. Х. Хамрабаева (1958) и Д. И. Щербакова (1935).

Циклы и стадии развития. Допалеозойские геологические процессы практически почти не сказываются на металлогении Средней Азии. В истории геологического развития территории Средней Азии в послепротерозойское время выделяется три самостоятельных цикла: каледонский, герцинский и альпийский. Их значение для формирования эндогенных рудных месторождений неравноценно.

Каледонский цикл проявился на площади Северного и Среднего Тянь-Шаня, где с ним связаны крупные гранитные интрузии и сравнительно небольшие месторождения. Каледон-

ские интрузии формировались в два этапа: вначале были образованы небольшие тела габбро-диоритов, диоритов и крупные массивы умеренно кислых гранитов, а вслед за ними — штоки лейкократовых гранитов. Х. М. Абдуллаев (1960) расчленяет этот цикл на более дробные стадии.

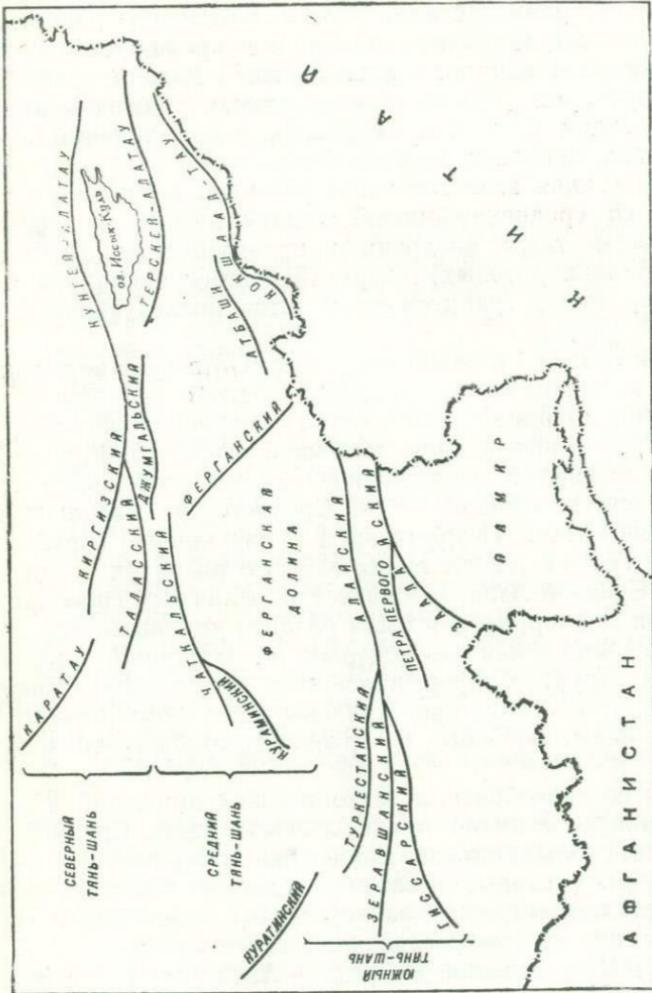


Рис. 18. Схема зонального расчленения горной части Средней Азии

Герцинский цикл геологического развития, наиболее продуктивный по формированию рудных месторождений в Средней Азии, почти целиком определяет металлогенезию ее территории. В его рамках намечаются три стадии: ранняя, средняя и поздняя (Абдуллаев, 1960; Карпова, 1960). С ранней стадией развития связаны мощные излияния лав спилито-кератофировой формации в верхнем силуре и нижнем девоне, известные в Сред-

нем и Южном Тянь-Шане. Эта стадия развития в Средней Азии отличается необычайно слабым проявлением глубинного магматизма, представленного лишь локальными интрузиями ультраосновных и основных пород в Южном Тянь-Шане. Данная особенность сразу накладывает резкий отпечаток на всю металлогению Средней Азии, магматические и постмагматические месторождения ранней стадии геосинклинального развития которых выражены незначительными рудопроявлениями хрома, железа, никеля и кобальта, известными в Южном Тянь-Шане. Вся ее территория лишена промышленных рудных концентраций этой стадии развития, например, месторождений железа, хрома, титана, никеля и отчасти меди.

Средняя стадия геологического развития герцинского цикла совпадает со среднекарбоновой складчатостью и характеризуется повсеместным внедрением преимущественно умеренно кислых (гранодиоритовых) интрузий; слабее проявлены интрузии лейкоократовых гранитов и сиенитов последующей верхнекарбоновой фазы.

Поздняя стадия развития этого цикла отвечает верхнепалеозойской, в основном пермской складчатости, сопровождающейся формированием сложной по составу гаммы небольших интрузий, сочетающихся с интенсивной наземной эфузивной деятельностью, и образованием субвулканических тел, особенно отчетливо проявившихся в южной части Среднего и северной части Южного Тянь-Шаня (Карамазар и Зеравшанские горы).

Альпийский цикл геологического развития в описываемой части Средней Азии, как известно, отличался своеобразием. В это время вся территория была разбита крупными расколами, блоковые перемещения по которым не затронули внутренних складчатых структур, сформированных в палеозое. Изверженные породы этого цикла представлены всего лишь редкими одиночными дайками основных изверженных пород третичного времени.

В связи со своеобразием тектонических движений и магматизма альпийского цикла в описываемой части Средней Азии не возникло сколько-нибудь значительных эндогенных рудных месторождений, которые несомненно можно было бы отнести к юной металлогенической эпохе, хотя и существуют группы месторождений, возможно созданные в это время.

Рудные месторождения. В Средней Азии известны единичные протерозойские рудные месторождения, сравнительно незначительное число каледонских месторождений, много герцинских и ограниченное количество альпийских месторождений.

Протерозойским является глубокометаморфизованное серноколчеданное месторождение Ачикташ, залегающее среди метаморфических сланцев в Северном Тянь-Шане.

Каледонские рудные месторождения, известные в Северном и в меньшей степени в Среднем Тянь-Шане, довольно отчет-

ливо разбиваются на две группы. Это, с одной стороны, небольшие скарновые месторождения с магнетитом, иногда с золотом (Акташ), связанные с гранодиорит-гранитным комплексом пород. С другой стороны — это мелкие пегматиты с топазом, кассiterитом тантало-ниобатами (Ой-Гаинг, Четынды) и кварцево-грейзеновые жилы или трубообразные тела с молибденитом и вольфрамитом (Джошо, Караваш и др.), тяготеющие к последующему комплексу лейкократовых гранитов. Возможно, к каледонским принадлежат некоторые полиметаллические и арсенопиритовые месторождения Северного Тянь-Шаня.

Герцинские месторождения и рудопроявления Средней Азии по времени их образования можно расчленить на три стадии.

С локальными телами ультраосновных и основных пород Южного Тянь-Шаня, относящимся к ранней стадии герцинского цикла, связаны незначительные рудопроявления хромитов (Джейран, Шуран), магнетито-гематитовых руд (Надир), хромовых хлоритов с кобальтом и никелем (Джолбарс), а также осмистого ирида (Атбashi и др.).

Со среднекарбоновыми гранитоидными интрузиями средней стадии герцинского цикла связаны три главные группы месторождений. Во-первых, вольфрамовые месторождения в скарнах с шеелитом, к которым принадлежат Кумбель, Кашкасу (Северный Тянь-Шань), Чорух-Дайрон, Калканата (Средний Тянь-Шань), Лянгар, Койташ, Майхура (Южный Тянь-Шань) и др. Во-вторых, сложные метасоматические залежи арсенопиритовых руд в известняках палеозоя, к которым относятся Учимчак (Северный Тянь-Шань), Бричмулла, Такели (Средний Тянь-Шань), Мосриф (Южный Тянь-Шань); в состав руд этих месторождений иногда входят минералы кобальта (глаукодот в Акжилге) и олова (кассiterит в Такфоне) — оба в Южном Тянь-Шане. В-третьих, возможно, часть свинцово-цинковых месторождений.

С интрузией лейкократовых гранитов этой стадии связаны простые, а также сложные пегматиты восточной части Туркестанского хребта (Южный Тянь-Шань), а также пегматиты с кассiterитом и другими редкими элементами Кетменчи, кварцевые жилы с грейзенами и вольфрамитом Саргардона в Среднем Тянь-Шане и кварцево-кассiterитовые жилы Карнаба в Южном Тянь-Шане.

Насколько интенсивно в Средней Азии развиты скарны с шеелитом и полиметаллами, настолько подавлено развитие пегматитов и близких им месторождений в грейзенах.

Наиболее продуктивной была поздняя стадия герцинского цикла. В это время был образован ряд рудных месторождений, среди которых к числу важнейших могут быть отнесены следующие.

1. Свинцово-цинковые месторождения – с разновидностями:
а) оригинальные свинцово-цинково-оловянные типа Актюз
в Северном Тянь-Шане;

б) сложные метасоматические тела в палеозойских известняках, как со скарнами (Алтынтопкан, Кансай), так и без скарнов (Кургашинкан, Курган, Кон-и-Гут и др., сосредоточенные в основном в Северном и Среднем Тянь-Шане;

в) пластовые залежи вкрапленных руд, находящиеся также среди палеозойских известняков Северного и Среднего Тянь-Шаня (Икичат, Гава-Сумсар и др.);

г) жилы и жильные зоны среди различных пород, преимущественно среди гранитов и сланцев, также в основном сосредоточенные в Северном и Среднем Тянь-Шане (Буурду, Гранитная горка и др.).

2. Медные месторождения, к которым принадлежит месторождение Алмалык, относящееся к разряду прожилково-вкрапленных медных руд во вторичных кварцитах (Средний Тянь-Шань).

3. Висмутовые месторождения типа Адрасман в Кураминских горах (Средний Тянь-Шань).

4. Флюоритовые месторождения, известные во всех трех зонах Тянь-Шаня, представителями которых могут служить Токоб, Аурахмат и Куликолон.

5. Сурьмяные, ртутные и сурьмяно-ртутные месторождения, известные в Северном Тянь-Шане (Минбуку), в Среднем Тянь-Шане (Минбуку, Кассан, Терек) и особенно характерные для Южного Тянь-Шаня (Хайдаркан, Кадамджай и др.); возможно, эти месторождения принадлежат не герцинскому, а альпийскому металлогеническому циклу.

Альпийские месторождения, как уже отмечалось выше, на описываемой территории не имеют сколько-нибудь заметного развития.

Юго-западнее, в собственно альпийской зоне Средней Азии, в хребтах Кугитанг и Копет-Даг, известны небольшие свинцовые и ртутные месторождения с весьма характерным для них баритом. На описываемой же площади обнаружено одно юное эндогенное гидротермальное свинцово-цинковое месторождение Чункей, представленное жилой галенитосфalerитовых руд удивительно красивой колломорфной текстуры, прорезающей третичные песчаники (Средний Тянь-Шань). Исследование изотопического состава свинца галенита этого месторождения, выполненное А. И. Тугариновым, вскрыло, что он не отличается от изотопического состава галенитов заведомо герцинских месторождений. Это может свидетельствовать о регенерированном происхождении руд Чункея, обусловленном переотложением вещества палеозойских полиметаллических месторождений, известных в породах, подстилающих третичные песчаники молодыми восходящими термами.

Таблица 7

Эндогенные рудные месторождения Средней Азии

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Протеро-зойский	—	—	Гидротермальные месторождения серного колчедана
Каледон-еский		Умеренно кислые граниты и гранодиориты	Скарновые месторождения с золотом
		Лейкократовые граниты	Пегматиты с минералами олова и редких металлов; кварцево-грейзеновые рудопроявления с молибденом
Герцинский	Ранняя	Ультраосновные и основные	Магматические рудопроявления хрома, железа, никеля, кобальта
	Средняя	Гранитоиды	Скарновые месторождения с вольфрамитом (шеелитом); гидротермальные месторождения мышьяковых (арсенопиритовых) и, возможно, свинцово-цинковых руд
		Лейкократовые граниты	Пегматиты, грейзены и кварцевые жилы с кассiterитом и вольфрамитом
Альпийский	Поздняя	Разнообразные по составу, преимущественно кислые и щелочные породы главным образом в форме небольших штоков	Гидротермальные месторождения свинца и цинка, меди, висмута, флюорита, а также, возможно, сурьмы и ртути
		Дайки диабаза	Гидротермальные рудопроявления свинцово-цинковых руд, а также, возможно, сурьмы и ртути

Общая последовательность формирования эндогенных рудных месторождений Средней Азии приведена в табл. 7.

Закономерности размещения рудных месторождений. Эндогенное оруденение Средней Азии связано с двумя комплексами кислых изверженных пород: каледонским и герцинским. Распределение этих комплексов на территории Средней Азии неравномерное. В северном Тянь-Шане резко преобладают каледонские граниты, в Среднем Тянь-Шане — герцинские, а в Южном Тянь-Шане известны только последние (табл. 8).

Таблица 8

Распределение комплексов изверженных пород по зонам Тянь-Шаня

Зоны Тянь-Шаня	Каледонские	Герцинские
Северная	Преобладают	Подчинены
Средняя	Подчинены	Преобладают
Южная	Неизвестны	Преобладают

Однако такое довольно закономерное размещение каледонских и герцинских гранитоидов не привело к отчетливой региональной зональности в распределении эндогенных месторождений. Объясняется это тем, что подавляющая масса месторождений Средней Азии представлена хотя и разновозрастными, но однотипными и близкими образованиями, к тому же связанными в основном с герцинскими изверженными породами, более или менее равномерно развитыми на всей описываемой площади. Поэтому, если говорить о преобладающих группах рудных месторождений по каждой из трех зон Тянь-Шаня, то по этому поводу с большей долей условности можно сказать следующее.

Северный Тянь-Шань относится к наименее продуктивной субпровинции Средней Азии. Наиболее характерными для него являются свинцово-цинковые месторождения, нередко сложного состава (с оловом, мышьяком и другими элементами). Некоторые из этих месторождений каледонские, но наиболее значительные среди них относятся скорее всего к герцинской металлогенической эпохе.

Средний Тянь-Шань представляет собой наиболее продуктивную субпровинцию Средней Азии. Все значительные месторождения этой зоны герцинские. Среди них ведущими являются гидротермальные и скарновые месторождения свинцово-цинковых руд, скарновые месторождения шеелита; значительны также отдельные и не развитые повсеместно месторождения меди, мышьяка, висмута и сурьмы.

Южный Тянь-Шань характеризуется наличием двух групп месторождений — высокотемпературных вольфрамовых,

оловянных и мышьяковых (арсенопиритовых) и низкотемпературных сурьмяных, ртутных, плавиковых. Первые создают прерывистый пояс, следующий вдоль цепи герцинских гранитоидных интрузий, а вторые образуют другой пояс, косо срезающий первый (рис. 19).

Магматизм и оруденение составных частей геосинклинали. Эти вопросы могут быть освещены для герцинской геосинклинали Южного Тянь-Шаня. Герцинская геосинклиналь Южного Тянь-Шаня (Фергано-Кокшаальская тектоническая зона, по

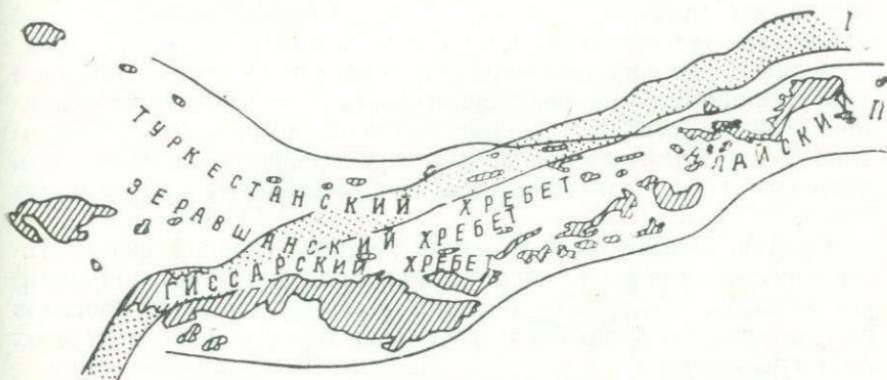


Рис. 19. Схема соотношения поясов ртутно-сурьмяных и вольфрамо-оловянно-мышьяковых месторождений Южного Тянь-Шаня

I — интрузивы герцинских гранитоидов. I — зона месторождений ртути и сурьмы; II — зона месторождений вольфрама, олова и мышьяка

Е. Д. Карповой (1960) вытягивалась вдоль современных хребтов, обрамляющих с юга Ферганскую долину, продолжаясь на востоке на территорию Китая, а на западе в Кызыл-Кумах. Ниже характеризуется отрезок этой геосинклинали, охватывающий пучок Алайского, Туркестанского, Нуратинского, Зираабулакского, Гиссарского и Зеравшанского хребтов.

В геосинклинали Южного Тянь-Шаня довольно отчетливо выделяются составляющие ее тектонические элементы. Внутренняя зона геосинклинали, на месте которой еще в среднем девоне зародилось срединное поднятие, приходится на высокогорную часть Туркестанского хребта, а его продолжение к западу — на южную половину Нуратинских гор. Для нее характерны отложения «первичных прогибов», по Е. Д. Карповой (1960). Северная — Туркестано-Алайская и южная — Зеравшано-Гиссарская периферические зоны геосинклинали отличаются распространением в их пределах формаций вторичных унаследованных прогибов второй половины среднего палеозоя. Геосинклинальная рама описываемого отрезка герцинской геосинклинали Южного Тянь-Шаня своеобразна. На севере она приходится

на область мобильной Кураминской депрессии, расположившейся в пределах краевой части Туранской платформы. На юге аналогичную позицию занимает Южно-Гиссарская депрессия, входящая в состав Южно-Таджикского краевого прогиба эпикаледонской платформы.

Общая схема эволюции поднятий и прогибов, магматизма и металлогенеза описываемого звена геосинклинали Южного Тянь-Шаня изображена на рис. 20.

Ранняя стадия геосинклинального развития Южного Тянь-Шаня распадается на два этапа. В первый этап, от силура до нижнего девона включительно, происходило систематическое прогибание геосинклинального ложа. Во второй этап, от среднего девона до нижнего карбона включительно, во внутренней зоне геосинклинали зародилось и развивалось срединное поднятие. Ранняя стадия геосинклинального развития в Южном Тянь-Шане отличается слабым проявлением магматической деятельности и не имеет практического значения для металлогенеза.

Средняя стадия соответствует периоду главной складчатости (средний и верхний карбон), с которой было связано формирование узких наиболее поздних геосинклинальных прогибов на фоне общего поднятия и внедрения крупных батолитических масс гранитоидов.

Во внутренней зоне, в области срединного поднятия Туркестанского хребта, в это время произошла интрузия гранитов с образованием сопровождающих их пегматитов и грейзенов с кассiterитом (пегматиты Туркестанского хребта). В периферических зонах внедрились гранитоиды повышенной основности и щелочности и формировались преимущественно скарновые месторождения. В северной периферической зоне их примером могут служить гранитоиды Нуратинских гор, сопровождающиеся скарновыми месторождениями с шеелитом и с молибденитом (Лянгар, Койташ и др.). В южной периферической зоне с подобного рода интрузиями Зеравшано-Алайского интрузивного комплекса связаны скарны с шеелитом, арсенопиритом и кассiterитом (Майхура и др.).

В геосинклинальной раме в среднюю стадию внедрялись гранитоидные интрузии и формировались различные месторождения. В северной Кураминской депрессии, покоящейся на герцинском геоантиклинальном поднятии, внедрялись преимущественно гранитоидные интрузии повышенной основности и щелочности среднекарбонового Чаткало-Кураминского комплекса с образованием скарнов с магнетитом и шеелитом. В южной Зеравшано-Гиссарской депрессии, хотя и внедрилась более ранняя интрузия Харангонского комплекса гранитоидов повышенной основности и щелочности с образованием скарновых скоплений с шеелитом и магнетитом, более существенной оказалась последующая интрузия нормальных кислых гранитов с сопут-

ствующими ей оловянно-вольфрамовыми месторождениями Гиссарской металлогенической зоны, по Е. Д. Карповой (1960).

Поздняя стадия окончательного превращения геосинклинали Южного Тянь-Шаня в складчатую зону протекала в обстановке

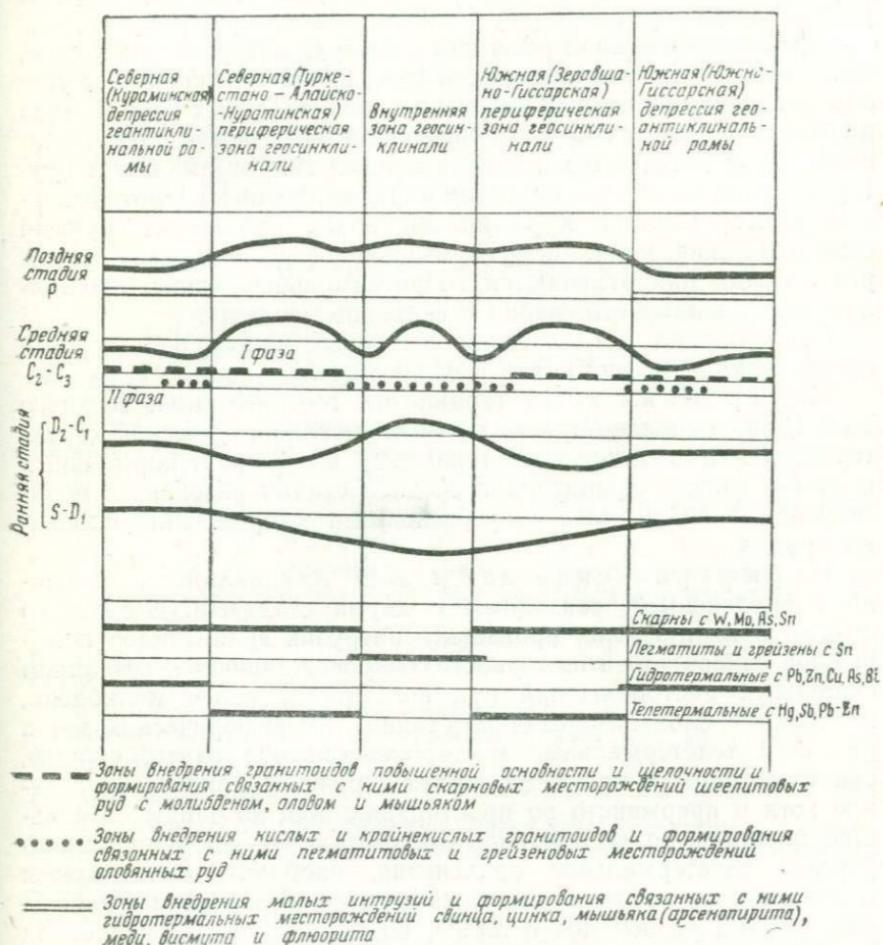


Рис. 20. Схема эволюции центрального отрезка Фергано-Кокшаальской герцинской геосинклинали Южного Тянь-Шаня, ее магматизма и металлогении

значительной консолидации внутренних структур области, способствовавших оживлению ранее заложенных и формированию новых разломов, использованных для внедрения магмы интрузий. Внутреннюю зону эти процессы не захватили, вследствие чего в ее пределах изверженных пород и эндогенных месторождений этой стадии не обнаружено. В обеих периферических зонах в это время были созданы телетермальные месторождения.

В северной Туркестано-Алайской периферической зоне образовались месторождения ртутных, сурьмяных, свинцово-цинковых и флюоритовых руд (Хайдаркан, Кадамджай, Кон-и-Гут). В южной — Зеравшано-Гиссарской — периферической зоне формировались телетермальные месторождения сурьмяных, ртутных и флюоритовых руд (Магиан, Искандеркуль).

В геосинклинальной раме как с севера, в Кураминской зоне, так и с юга, в Южно-Гиссарской зоне, вдоль тектонических разломов внедрялись малые интрузии гипабиссальных гранитоидов нормальной и повышенной основности и щелочности с образованием парагенетически связанных с ними гидротермальных месторождений. Особенно обильны и разнообразны гидротермальные месторождения Кураминской зоны, сложенные рудами свинца и цинка, меди, висмута, мышьяка (арсенопирита), флюорита. Среди них отмечаются гидротермальные жилы, прожилково-вкрапленные штокверки и скарновые залежи.

Относительно металлогении составных частей описываемой геосинклинали можно сказать следующее.

Внутренняя зона герцинской геосинклинали Южного Тянь-Шаня наиболее проста по своей металлогенической характеристике. Она отличается одноактным внедрением нормальных и крайне кислых гранитоидов средней стадии развития с образованием пегматитовых и грейзеновых месторождений оловянных руд.

Периферические зоны этой геосинклинали отличаются оруденением, связанным с двумя стадиями. В среднюю стадию в их пределах произошла интрузия гранитоидов повышенной основности и щелочности, сопровождавшаяся созданием скарновых месторождений руд вольфрама, менее молибдена, мышьяка и олова. В позднюю стадию в периферических зонах возникли телетермальные месторождения руд ртути, сурьмы, свинца и цинка, а также флюорита. Причем скарновое оруденение хотя и прерывисто по простианию зон, но занимает большие площади по их ширине. Полиметаллическое и сурьмянортутное телетермальное оруденение, наоборот, вытягивается в виде более узких, но выдержаных по простианию поясов. Обычно они разобщены в плане, но на некоторых интервалах периферических зон пояса телетермального оруденения пересекают площади распространения скарновых руд.

Геосинклинальная рама, так же как и периферические зоны, совмещает группы эндогенных месторождений двух стадий развития и трех магматических комплексов. На средней стадии развития произошли две последовательные интрузии гранитоидов. Во-первых, внедрились гранитоиды повышенной основности и щелочности и образовались ассоциированные с ними скарновые месторождения магнетитовых и шеелитовых руд. Во-вторых, внедрились нормальные и аляскитовые граниты с образованием мелких пегматитовых и грейзеновых рудопроявлений.

лений с оловом и вольфрамом. Для геосинклинальной рамы весьма характерны три последовательных внедрения малых гипабиссальных интрузий нормальной, а также повышенной основности и щелочности, вдоль разломов поздней стадии развития. С ними связаны разнообразные гидротермальные месторождения.

Таким образом, по металлогенической характеристике, определяющейся количеством стадий оруденения и обилием типов эндогенных месторождений, наиболее простой является внутренняя зона, более сложной — периферические части, а самыми сложными — борта геосинклинальной рамы герцинской складчатой области Южного Тянь-Шаня.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Абдуллаев Х. М. Магматизм и оруденение Средней Азии. Изд-во АН УзССР, Ташкент, 1960.

Арапов Ю. А. Основные черты металлогенеза и закономерности распределения полезных ископаемых. Геология СССР, Киргизская ССР, т. 25. Госгеолтехиздат, 1955.

Баратов Р. Б. Особенности магматизма и металлогенеза Центрального Таджикистана. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Тр. II Всесоюзн. петрограф. совещ. Госгеолтехиздат, 1960.

Вольфсон Ф. И. Основные черты металлогенеза Западного Тянь-Шаня. Изв. АН СССР, сер. геол., 1940, № 3.

Елютин Д. Н., Кнауф В. И., Конюк А. А., Носырев И. В., Помазков К. Д. Интрузивные комплексы Северного Тянь-Шаня. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Тр. II Всесоюзн. петрограф. совещ. Госгеолтехиздат, 1960.

Карпова Е. Д. Типы металлогенических зон Тянь-Шаня и Памира. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. III. Изд. АН СССР, 1960.

Королев А. В. Состояние представлений о генезисе и условиях локализации постмагматических месторождений Средней Азии. Тр. ин-та геологии АН УзССР, вып. 2, Ташкент, 1948.

Наследов Б. Н. Металлогенез западного Тянь-Шаня и Узбекистана. Госгеолтехиздат, 1961.

Смирнов В. И. Образование различных типов гидротермальных месторождений Тянь-Шаня в связи с эволюцией магмы. «Советская геология», 1944, № 1.

Хамрабаев И. Х. Магматизм и постмагматические процессы в Западном Узбекистане. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1958.

Щербаков Д. И. Особенности металлогенеза Средней Азии, Таджикско-Памирская экспедиция в 1934. Изд. АН СССР, 1935.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ПРОЧИЕ ГЕРЦИНСКИЕ ПРОВИНЦИИ (ТАЙМЫР, ТОМЬ-КОЛЫВАНСКАЯ ЗОНА И ДОНБАСС)

Таймырский полуостров (пока слабо изучен). По данным М. Г. Равич и Ф. Г. Маркова (1959) и А. М. Даминовой (1960), но всегда согласующимся между собой, здесь можно наметить

пять циклов геологического развития и формирования рудных месторождений.

Первый, нижнепротерозойский цикл характеризуется основными эффузиями, превращенными в гранатовые амфиболиты последующими интрузиями габбро-норитов и габбро и завершающими пегматитами, а также гнейсо-гранитами (нижних ярусов) и двуслюдянными гранитами (верхних ярусов). С двуслюдянными гранитами связаны поля пегматитовых жил с мусковитом — Битулинское и др. (Равич и Марков, 1959).

Второй, верхнепротерозойский цикл повторяет схему развития первого цикла. Начальные стадии его магматизма связаны с излияниями базальтов (превращенных затем в зеленые сланцы) сменившиеся внедрением пластовых интрузий диабазов и габбро-диабазов; этот цикл закончился образованием крупных батолитов гранодиоритов и главным образом гранитов. Сведения о месторождениях полезных ископаемых этого цикла отсутствуют.

Третий, каледонский цикл начался с накопления основных спилитовых лав и их туфов, сопровождавшихся интрузией габбро-диабазов. В среднем палеозое внедрилась интрузия гранодиоритов и гранитов, а также более поздних порфировидных граносиенитов, аплитовидных гранитов и сиенитов. С ними связаны рудопроявления редких земель, меди, молибдена, вольфрама и золота.

Четвертый, герцинский цикл характеризуется внедрением двуслюдянных гранитов, с которыми ассоциируются слюдоносные и редкометальные пегматиты (Даминова, 1960).

Пятый, мезозойский цикл относится к началу платформенного режима на Таймыре. В это время здесь развивался триасовый трапповый магматизм и произошло образование доверхнекирских малых трещинных интрузий лампрофиров, гранит-порфиров и сиенитов. В породах трапповой формации отмечается сульфидная медно-никелевая минерализация. С малыми интрузиями связаны многочисленные рудопроявления, образующие три рудных пояса: 1) вольфрама и молибдена, 2) свинца и цинка, 3) мышьяка и ртути.

Томь-Колыванская зона. Эта зона представляет собой часть герцинской складчатой области, ограничивающей с северо-запада Кузнецкую котловину и Салаир. Ее продолжение к северо-востоку, северу и юго-западу находится под молодыми отложениями Западно-Сибирской низменности. Территория зоны сложена осадочными породами нижнего, среднего и верхнего палеозоя, собранными в складки северо-восточной ориентировки и прорванными гранитоидами. Периферические части массивов изверженных пород имеют состав гранодиоритов и кварцевых диоритов, а центральные — слюдистых гранитов. С этими гранитоидами связаны три группы рудопроявлений:

- 1) пегматитовые, грейзеновые и кварцевые прожилки с вольфрамом, кассiterитом, молибденитом и топазом (Батурино, Барлак, Борок);
- 2) гидротермальные полиметаллические (Тарасовское);
- 3) гидротермальные сурьмяные (Семилужинское) и ртутные (Каменка, Межовка и др.).

Донецкий бассейн. Эндогенные рудные месторождения Донецкого бассейна приурочены к осевой части западной половины Главного антиклинала. На восточном конце этого рудного пояса расположены полиметаллические, а на западном — ртутные месторождения. Полиметаллические месторождения Есауловское, Нагольчик, Нагольная Тарасовка и другие менее значительные залегают среди пород нижнего и среднего карбона в форме сложных жильных зон и отдельных жил кварцево-анкеритового состава со сфалеритом, галенитом, тетраэдритом, буланжеритом, буронитом, халькопиритом, пиритом и арсенопиритом. Находящееся в этом же районе месторождение Острый бугор представлено кварцевыми жилами с золотоносным пиритом и арсенопиритом.

Ртутное месторождение Никитовка расположено в породах среднего карбона. Пластовые залежи вкрапленных руд в песчаниках и секущие жилы в песчаниках и сланцах сложены киноварью с примесью антимонита, пирита, арсенопирита и висмутина. Обе группы месторождений — полиметаллическая и ртутная — относятся к категории низкотемпературных образований, не имеющих видимой связи с изверженными породами (отсутствующими в районе месторождений). Образованы они скорее всего в герцинскую эпоху, когда формировались внутренние структуры Донбасса, но все исследователи этих месторождений не исключают возможности образования их в более позднее время — в киммерийскую или даже альпийскую металлогенические эпохи.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Даминова А. М. Геологические закономерности развития магматизма и связанной с ним эндогенной минерализации на Таймырском полуострове. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Тр. II Всесоюзн. петрограф. совещ. Госгеолтехиздат, 1960.

Захаров Е. Е., Королев Н. И. Структура рудного поля, минералогический состав и генезис Никитовского ртутного месторождения в Донецком бассейне. Изд-во АН СССР, 1940.

Никольский И. Л. Геология ртутных месторождений Центрального района, Донецкого бассейна, 1959.

Равич М. Г., Марков Ф. Г. Основные черты геологии и металлогении Горного Таймыра. «Советская геология» 1959, № 5.

Якжин А. А. К металлогенезу Нагольного кряжа. «Советская геология» 1945, № 8.

Раздел четвертый

КАЛЕДОНСКИЕ ПРОВИНЦИИ

К каледонским провинциям принадлежит рудная провинция Алтае-Саянской складчатой области.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

АЛТАЕ-САЯНСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ

Территория Алтае-Саянской складчатой области представляет собой сложный узел горных цепей и разделяющих их котловин, обрамляющих с юга низменные районы Центральной Сибири. Главными горными хребтами (и массивами) этой области являются (с запада на восток): хребты Горного Алтая и Салаира, Кузнецкий Алатау и Абаканский хребет, Западный Саян, Восточный Саян и Танну-Ола. Между ними находятся депрессии Кузнецкого бассейна, Минусинской и Тувинской котловин.

Краткая характеристика основных особенностей этой рудной провинции выполнена на основе работ А. Л. Додина (1956), Т. Н. Ивановой (1958), В. А. Кузнецова (1957), Ю. А. Кузнецова (1960), В. А. Обручева (1926), В. И. Серпухова (1955), М. А. Усова (1935), Ф. Н. Шахова (1940).

Циклы и стадии развития. В пределах обширной территории Алтае-Саянской складчатой области известны комплексы горных пород архейского (или архейских), протерозойского, синийского, каледонского и герцинского геологических циклов.

Архейские образования известны на восточной окраине Восточного Саяна и в изолированных массивах Тувы, Горного Алтая и Кузнецкого Алатау. Среди них отмечаются сильно измененные древнейшие перидотиты, пироксениты и последующие гранитоиды (плагиограниты, гранодиориты и граниты). Они не имеют существенного значения для металлогении описываемой провинции.

Герцинские тектонические процессы, в известной степени переработавшие на западе и отчасти на юге описываемой области более древние структуры, связанные с ними интрузии и месторождения, также не характерны.

Алтае-Саянская провинция является областью развития протерозойского, синийского и особенно каледонского циклов геологического развития.

Протерозойский цикл геологического развития проявляется на сравнительно ограниченных площадях Восточного Саяна, Кузнецкого Алатау, Горного Алтая и Танну-Олы. В его рамках намечается ранняя стадия развития, характеризующаяся накоплением нижнепротерозойских геосинклинальных осадков, ассоциирующих со спилито-кератофировыми эфузивными породами. В это же время внедрилась интрузия гипербазитов, габбро и анортозитов, представленных в настоящее время глубоко измененными массивами (серпентинизированными, эпидотизированными и пр.) Восточно-Саянского оphiолитового пояса. Позднее произошла интрузия протерозойских гранитоидов, в том числе лейкократовых гранитов.

Синийский цикл геологического развития проявился в тех же участках, что и протерозойский и отделяется от последнего с большим трудом. В его рамках намечается ранняя стадия развития с вулканогенными породами основного, среднего и кислого состава, а также с интрузией ультраосновных, основных пород и плагиогранитов. Вслед за тем произошла мощная интрузия гранитоидов, среди которых отмечаются как гранодиориты, так и лейкократовые граниты. Синийский магматизм завершился малыми интрузиями диабазового, диоритового, гранодиоритового состава (Сулоев, 1960).

Каледонский цикл охватил всю описываемую территорию. Он разбивается на ряд тектоно-магматических фаз, примерно отвечающих нормальным стадиям превращения геосинклинальной системы в складчатую область.

Отложения ранней стадии развития, от нижнего до верхнего кембрия, представлены мощными толщами типично геосинклинальных образований как осадочных, так и вулканогенных, свидетельствующих о геосинклинальном погружении области в начале палеозоя. В наиболее раннюю, повсеместно проявленную салаирскую фазу каледонской складчатости на границе верхнего кембрия и нижнего ордовика внедрились интрузии ультраосновных и основных пород, обычно образующие пояса, вытянутые вдоль тектонических расколов (Западно-Тувинский, Као-Хемский, Южно-Тувинский, Западно-Саянский, Кузнецкий, Салаирский, Курайский и Теректинский, по В. А. Кузнецovу). Вслед за этим произошло внедрение гранитоидов существенно натрового состава (плагиограниты, монцониты).

Средняя стадия каледонского цикла в Туве приходится на средний и верхний кембрый, когда был сформирован таннуоль-

ский комплекс гранодиорит-гранитного состава. Средняя стадия каледонского цикла развития в пределах северной части описываемой провинции совпадает с таконской и эрийской фазами складчатости, сопровождавшимися внедрением крупных интрузивных масс гранитоидного состава. Следует отметить, что Ю. А. Кузнецов (1960), рассмотревший роль гранитоидных интрузий в истории магматизма Алтае-Саянской складчатой области, полагает, что гранитоидный магматизм не связан с главными фазами складчатости, а относится к послескладчатым образованиям, отвечающим консолидации зон, последовательно приращиваемых к Сибирской платформе. В таконскую фазу, на границе ордовика и силура, образовался комплекс интрузивных пород состава от габбро и даже перидотитов через гранодиориты до гранитов и сиенитов. В эрийскую фазу складчатости, на границе силура и девона, произошло образование массивов лейкократовых калиевых двуслюдяных гранитов.

На этом, казалось бы, заканчивается нормальный цикл каледонского развития. Однако далее в пределах Алтае-Саянской области, как известно, начался очень своеобразный геологический процесс, который одни исследователи склонны рассматривать как завершение каледонского цикла, а другие — как начало нового герцинского цикла, остановившегося в своем развитии на этой стадии. Он начался с накопления мощных толщ девонских пород с большой долей в их разрезах эфузивного материала. Процесс этот был прерван тельбесской фазой складчатости на границе среднего и верхнего девона. С данной фазой связана сложная интрузия габбро, диоритов, гранодиоритов и сиенитов.

В Алтае-Саянской складчатой области имеется одна группа интрузивных образований, возрастное положение которых неясно. Речь идет о гипабиссальных малых щелочных интрузивах, представленных ультраосновными щелочными, граносенитовыми и сиенитовыми массивами Восточного и Западного Саяна, Хакасии и Тувы. Некоторые исследователи связывают их с эрийским комплексом, другие с тельбесским (Сулоев, 1960), наконец, третьи — с киммерийским, подобным аналогичным интрузиям Алдана и Енисейского кряжа (Кузнецов, 1960). Ниже эти интрузии условно будут рассматриваться как киммерийские.

Рудные месторождения. В Алтае-Саянской складчатой области известны эндогенные месторождения и рудопроявления архейской, протерозойской, синийской, каледонской, герцинской и, возможно, киммерийской металлогенических эпох. Наибольшее значение имеют каледонские образования.

Архейские рудопроявления представлены пегматитами с незначительными выделениями флогопита.

Протерозойские месторождения известны в Восточном Саяне, Кузнецком Алатау и Танну-Оле. С небольшими интру-

зиями гипербазитовых и базитовых пород ранней стадии связаны локальные рудопроявления хромитов, титано-магнетитов, никеля, платины и алмазов. С протерозойскими плагиогранитами ассоциируются скарновые месторождения магнетитов (Танну-Ола). С протерозойскими лейкократовыми гранитами связаны известные месторождения слюдоносных (мусковитовых) пегматитов Сибири. Правда, геологический возраст слюдоносных интрузий спорный: некоторые исследователи относят его к протерозою (Посольненский гранитный комплекс, по Ю. А. Кузнецовой), другие — к синию (В. И. Серпухов и др.), третьи — к салаирской фазе каледонской складчатости (Г. А. Кудрявцев и В. В. Архангельская).

Синийские месторождения встречаются в тех же районах, что и протерозойские. В некрупных интрузивах ультраосновных и основных пород известны проявления хромитовых и титаномагнетитовых руд, аналогичные протерозойским. Для синийских гранитоидов наиболее характерны пегматиты и грэйзыны с незначительными скоплениями минералов олова и других редких элементов (Восточный Саян). С малыми интрузиями завершающей стадии синийского цикла, вероятно, связано формирование рудопроявлений молибденовых, свинцово-цинковых и кварцево-арсенопирито-золотых руд (Восточный Саян).

Каледонские месторождения группируются по комплексам изверженных пород этой эпохи. В эфузивах нижнего кембрия на территории Тувы обнаружено колчеданное месторождение медно-цинковых руд Кызылташ.

С серпентинизированными массивами салаирского комплекса ультраосновных и основных пород ассоциируются месторождения асбеста (Актоврак в Туве), месторождения магнезита, талька, а также проявления руд хрома (Туманный ключ в Кузнецком Алатау и др.), титано-магнетитов (Икчильбак там же и др.), никеля (Анзасс там же и др.), платины и осмистого иридия (в шлихах на Усе в Кузнецком Алатау).

С плагиогранитными интрузиями этого комплекса В. В. Богацкий (1959) связывает образование гидросиликатно-магнетитовых месторождений железных руд типа Анзасса, относимых другими геологами к продуктам тельбесской фазы.

Таконский комплекс изверженных пород преимущественно гранодиоритового состава сопровождается известными и многочисленными месторождениями золотых руд Кузнецкого Алатау, Мариинской тайги Восточного и Западного Саяна, Хакасии и Тувы. Правда, А. Я. Булынников (1948) склонен расширять рамки золотого оруденения Алтае-Саянской области, полагая, что оно формировалось не только в таконскую фазу, но даже и в более позднее время. К этой же фазе относятся сравнительно небольшие скарновые месторождения железа и меди в Туве и Хакасии, а также часть гидротермальных проявлений свинцово-цинковых и медных руд.

Таблица 9

Эндогенные рудные месторождения Алтае-Саянской складчатой области

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Архейский		Гранито-гнейсы	Пегматиты с флюоритом
Протеро- зойский		Некрупные массивы гипербазитовых и базитовых пород	Мелкие магматические рудопроявления хрома, никеля, платины, алмазов
		Плагиограниты	Скарновые месторождения железа
		Лейкократовые граниты	Слюденоносные пегматиты
Синийский		Некрупные массивы гипербазитовых и базитовых пород	Магматические рудопроявления хрома и титаномагнетитов
		Гранитоиды	Редкометальные пегматиты
		Малые интрузии диабазов и гранитоидов	Гидротермальные рудопроявления молибдена, золота, полиметаллов
Келедон- ский	Ранняя	Вулканогенный	Колчеданные медно-цинковые месторождения
		Салаирский комплекс гипербазитов и базитов	Месторождения асбеста магнезита, талька; магматические рудопроявления хрома, титаномагнетитов, никеля и платины
		Салаирский комплекс плагиогранитов	Гидроиликатные месторождения железа
		Таконский комплекс гранодиоритов	Гидротермальные месторождения золота; рудопроявления скарновых руд железа и меди, гидротермальных руд свинца, цинка, меди

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Каледон-ский	Средняя	Эрийский комплекс лейкократовых гранитов	Пегматиты, грейзеновые и кварцевые месторождения вольфрама, молибдена и других редких металлов
	Поздняя	Тельбесский комплекс интрузивных пород сложного состава	Скарновые месторождения железных руд; гидротермальные месторождения и рудопроявления кобальта, никеля и серебра
Киммерий-ский		Малые интрузии щелочных пород	Карбонатиты и альбититы с минералами редких элементов

С эрийским комплексом лейкократовых гранитов связаны пегматиты, кварцево-грейзеновые, кварцево-турмалиновые и кварцевые тела с вольфрамитом и молибденитом, известные в Туве, Хакасии и в других районах; возможно, к ним относятся скарновые месторождения с шеелитом в Хакасии.

Тельбесский комплекс пород сложного состава сопровождался формированием двух групп месторождений. К первой принадлежит часть месторождений железа среди скарнов и гидротермальных скаполито-амфиболовых пород Горной Шории, Хакасии и Саян (Таштагольское, Кондомское, Тельбесское, Темиртауское, Казское, Шерегешевское и др.). Ко второй относятся кобальтовые, кобальт-никелевые и кобальт-никель-серебряные месторождения и рудопроявления Западного Саяна и Тывы.

Герцинские месторождения связаны преимущественно с переработкой каледонских структур западной части описываемой провинции, на границе ее с герцинской Зайсанской складчатой областью, и были описаны при характеристике комплексных рудных образований последней.

Киммерийские месторождения выделяются на территории рассматриваемой провинции условно и связываются со специфическими малыми щелочными интрузиями.

С малыми интрузиями щелочных пород в описываемой провинции ассоциированы две группы оригинальных месторождений: пирохлоровых карбонатитов и альбитизированных сиенитов со скоплениями минералов редких элементов.

Помимо вышеперечисленных групп эндогенных месторождений, в Алтай-Саянской области имеются еще две группы рудных

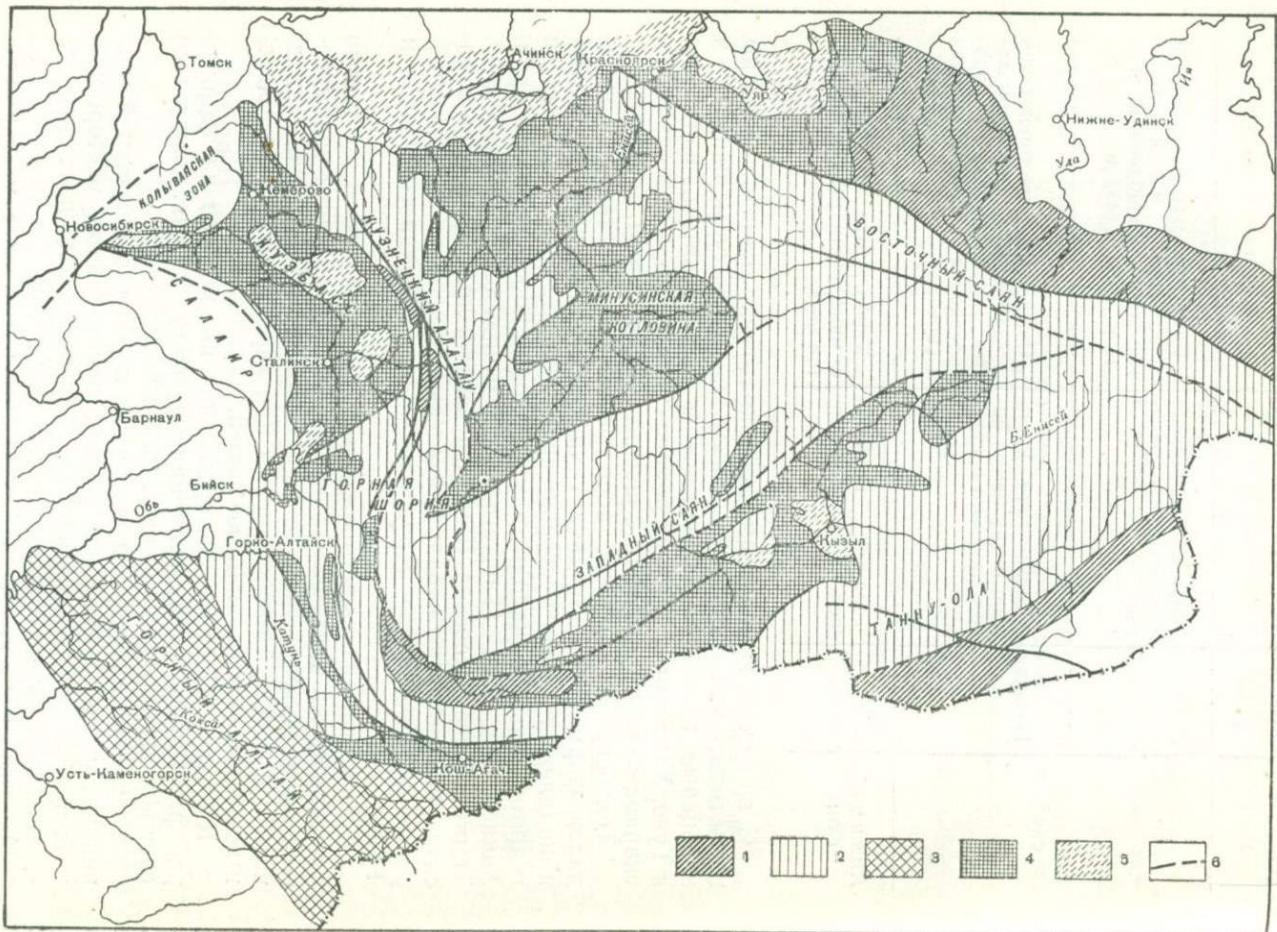


Рис. 21. Структурно-металлогеническая схема Алтае-Саянской складчатой области (на основе тектонической схемы А. А. Долина)

1 — площадь распространения докембрийских (архейских, протерозойских и синийских) структур и месторождений с наложенным каледонским оруднением; 2 — площадь преимущественного распространения каледонских структур и месторождений; 3 — распространение каледонских структур, перекрытых генетически движущимися и интрузионными (каледонские и герцинские месторождения); 4 — площадь распространения герцинских структур во внутренних котловинах; 5 — площадь распространения отложений мезозойского цикла; 6 — тектонические разломы

образований, время формирования и связи с интрузиями которых до сих пор твердо не установлено.

К ним принадлежат прежде всего свинцово-цинковые месторождения Салаира. Некоторые геологи относят их к каледонской металлогенической эпохе, другие (Г. С. Лабазин) — по аналогии с Рудным Алтаем — к герцинской. Еще больше расходится точка зрения о времени формирования ртутных месторождений, находящихся в Ойротии (Акташ, Чаганузун и др.) и Туве (Терлигхая и др.). И. В. Дербиков, М. А. Усов и другие считали их каледонскими, В. П. Нехорошев — герцинскими, а В. А. Кузнецов — альпийскими.

Общая последовательность образования эндогенных месторождений Алтае-Саянской складчатой области приведена в табл. 9.

Закономерности размещения рудных месторождений. Для огромной территории Алтае-Саянской складчатой области намечается грубо зональная схема распределения эндогенных месторождений, которая обусловлена переходом от архейских к протерозойским и синийским, далее к каледонским и, наконец, к герцинским структурам и связанным с ними эндогенным месторождениями. На северо-востоке, в пределах Восточного Саяна, распространены архейские, протерозойские и синийские образования. По направлению к западу, на территории Западного Саяна, Тувы и Кузнецкого Алатау, наряду с протерозойскими распространены месторождения каледонской металлогенической эпохи. Еще западнее, в Салаире и Горном Алтае, размещается каледонское и герцинское оруднение (рис. 21).

Для отдельных частей Алтае-Саянской области составлены и описаны местные схемы зонального распространения эндогенных месторождений. Подобная схема известна для западной части этой провинции, освещенная при характеристике металлогении Казахстана. Намечена схема региональной зональности в расположении месторождений Восточного Саяна, где, например, А. И. Сулоев (1960) выделяет двенадцать рудных зон, следующих согласно генеральному тектоническому плану в северо-западном направлении и сменяющих друг друга по направлению с северо-востока на юго-запад.

Наиболее сложными являются закономерности регионального распределения эндогенных месторождений в центральной части Алтас-Саянской области, где скрещиваются рудоконтролирующие структуры докембрийского, каледонского и отчасти герцинского циклов. Изучавший эти закономерности В. И. Серпухов считает, что для рассматриваемого региона прежде всего отмечается приуроченность очень многих месторождений к зонам разломов. Сами же разломы подчинены трем основным структурным планам: докембрийскому, каледонскому и герцинскому.

Докембрийские структуры субмеридионального направления использованы протерозойскими месторождениями. Размещение каледонских месторождений контролируется как субмеридиональными докембрийскими, так и пересекающими их субширотными нижнепалеозойскими структурами. Еще более сложно распределение герцинских месторождений, использующих в своем размещении как герцинские нарушения, переработавшие древние структуры, так и обновленные элементы последних. По мнению В. И. Серпухова, существует пока не изученная, но отчетливо намечающаяся особенность металлогенеза рассматриваемого региона, заключающаяся в приуроченности некоторых характерных рудных районов к зонам пересечения разновозрастных структур. В. Е. Кудрявцев и Ю. А. Мамин (1960) также придают решающее значение крупным разломам в размещении эндогенных месторождений каледонского и киммерийского циклов развития на территории Тувы.

Особенности магматизма и рудообразование составных частей геосинклиналей в Алтас-Саянской складчатой области пока не исследованы, хотя наличие здесь великолепной каледонской геосинклинали Западного Саяна, открытой от одного ее борта до другого, позволит в дальнейшем осуществить такой анализ.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Баженов И. К. Основные черты металлогенеза восточного склона Кузнецкого Алатау. «Советская геология», 1947, № 27.

Богацкий В. В. Особенности размещения и перспективы метасоматического магнетитового оруденения северных районов Западного Саяна. «Советская геология», 1959, № 3.

Булыников А. Я. Золоторудные формации и золотоносные провинции Алтас-Саянской горной системы. Тр. Томского Гос. ун-та, сер. геол., 1948.

Додин А. Л. Основные черты истории геологического развития Алтас-Саянской геосинклинальной области. Материалы ВСЕГЕИ, вып. 8, 1956.

Иванова Т. Н. Закономерности развития нижнепалеозойского магматизма подвижных поясов земной коры на примере Тувы. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Тр. II Всесоюз. петрограф. совещ. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1958.

Кудрявцев В. Е., Мамин Ю. А. Зоны глубинных разломов Тувы и их роль в локализации эндогенных рудных образований. Бюлл. ВСЕГЕИ, 1960, № 2.

Кузнецов В. А. Основные этапы развития магматизма и элементы металлогенеза Горного Алтая. Изд-во Восточ. фил. АН СССР, № 2, 1957.

Кузнецов Ю. А. Об особой роли гранитоидных интрузий в истории магматизма Алтае-Саянской складчатой области. Геология и геофизика, № 1, 1960.

Обручев В. А. Металлогенические эпохи и области Сибири. Тр. Ин-та приклад. минералог., вып. 21, 1926.

Пинус Г. В. Магматизм каледонид Алтае-Саянской складчатой области. Докл. сов. геолог. к XXI сессии МГК, пробл. 13, 1960.

Поспелов Г. Л. О закономерностях размещения магматогенных железорудных месторождений Алтае-Саянской складчатой области. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. II. Изд. АН СССР, 1959.

Серпухов В. И. Общие принципы регионального металлогенического анализа. «Советская геология», сб. 43, 1955.

Сулоев А. И. Магматизм Восточного Саяна. «Советская геология» 1960, № 6.

Усов М. А. Геология рудных месторождений Западно-Сибирского края. Томск, 1935.

Шахов Ф. Н. Основные черты металлогенеза Алтая. Тр. научн. конфер. по изуч. произв. сил Сибири. Томск, 1940.

ПРОТЕРОЗОЙСКИЕ И СИНИЙСКИЕ ПРОВИНЦИИ

Провинции этих эпох принадлежат к допалеозойским платформенным частям территории Советского Союза. К протерозойским или синийским они относятся на основании завершающего цикла геологического и металлогенического развития доплатформенного периода их существования. В платформенный период они иногда вовлекались в более поздние процессы рудообразования, накладывающиеся на площади распространения месторождений геосинклинальных и полуплатформенных циклов. Эти процессы имеют крупное значение для металлогенеза допалеозойских платформ. Однако такие провинции согласно основному принципу металлогенического районирования, выделяющиеся по последнему циклу геосинклинального развития, относятся к протерозойским или синийским. Примерами могут служить южная часть Сибирской платформы, Балтийский и Украинский щиты.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

ЮЖНАЯ ЧАСТЬ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Рассматривается только южная часть Сибирской платформы, так как для северной ее части нет достаточных данных. Западной границей этой крупной провинции является Енисейский кряж, а восточной — Джугджур на побережье Охотского моря. По южной окраине области протягивается мощный пучок горных кряжей, к которым относятся Байкальский, Баргузинский, Яблоновый и Становой хребты, а также Становое, Витимское и Алданское нагорья. На этой территории находятся бассейны правых притоков Среднего Енисея и верхней части Лены.

Краткая характеристика геологии и рудных месторождений южной части Сибирской платформы производится преимущественно по данным, освещенным в трудах Ю. А. Билибина (1946).

О. А. Глико (1957), Ю. К. Дзевановского (1956), Д. С. Коржинского (1939), Е. М. Лазько (1956), М. Л. Лурье и В. Л. Масайтис (1959), В. А. Обручева (1939), М. М. Одинцова, Н. А. Флоренсова, П. М. Хренова (1958), Е. В. Павловского и Н. А. Флоренсова (1951), Л. И. Салопа (1958), Т. Н. Спижарского (1958) Ю. Г. Старицкого (1959), Н. В. Павлова (1960), Ф. Н. Шахова (1938).

Циклы и стадии развития. Южная часть Сибирской платформы имеет двухъярусное строение. Нижний ярус сложен докембрийскими сильно метаморфизованными и складчато-дислоцированными комплексами пород. Верхний ярус состоит из сравнительно маломощных слоистых толщ палеозойского и мезозойского возраста, изогнутых в пологие складки и разбитых редкими расколами.

К древним доплатформенным циклам, в результате которых сформировались комплексы пород и геологические структуры нижнего яруса, принадлежит архейский (или архейские), протерозойский и синийский циклы геологического развития. По доминирующему развитию этих циклов территория описываемой области разделяется на две части: северную и южную. В северной части, к которой относится Алданский щит, преобладают архейские комплексы пород, в южной части, к которой принадлежит зона Прибайкальских хребтов, Станового и Витимского нагорья, а также хребты Становой и Джугджур, преимущественным развитием пользуются протерозойские и синийские формации. Здесь же выделяются небольшие тела габброидов, гранодиоритов и сиенитов нижнепалеозойского возраста. Поскольку вся эта область еще недостаточно изучена, а по имеющимся к настоящему времени данным комплексы изверженных пород и сопутствующие им эндогенные месторождения в нижнем ярусе всей этой территории близки, они кратко характеризуются совместно для ее северной и южной частей.

Помимо архейского, протерозойского и синийского циклов развития, определяющих геологическое строение нижнего структурного яруса, на описываемой территории проявились значительно более поздние процессы магматизма и рудообразования мезозойского (киммерийского) цикла, протекавшие уже в платформенных условиях и потому оказавшиеся весьма своеобразными.

Архейский цикл развития характеризуется накоплением мощных толщ осадочных и эфузивных пород, превращенных к настоящему времени в гнейсы, кристаллические сланцы, мраморы, кварциты.

Среди метаморфических пород архея известны изверженные породы основного и кислого состава. Пластовые залежи ультраосновных и основных пород превращены в кристаллические сланцы и амфиболиты. Кислые породы представлены биотитогравитационными и лейкократовыми аляскитовыми гнейсо-

гранитами и менее распресованными плагиогранитами. Резко преобладающая их часть относится к палингенным образованиям без существенного перемещения интрузивного расплава.

Магматические и металлогенические процессы протерозойского и синийского циклов в настоящее время не поддаются расчленению и рассматриваются совместно.

Протерозойско-синийский цикл развития характеризуется накоплением мощных толщ осадочных и эффиузивных пород, особенно полных в южной половине описываемой области, превращенных в результате последующего регионального изменения в различные метаморфические сланцы, мраморы и кварциты.

На ранних стадиях протерозойского цикла внедрилась интрузия основных пород, сформировавшая, например в хребте Джугджур, крупные массивы анортозитов и габбро-норитов. Позднее произошли интрузии гранитондов, в результате которых были созданы мелкие и крупные тела протерозойских, детально не расчлененных пород состава от габбро до гранитов; наиболее распространены граниты, отчасти кварцевые диориты и гранодиориты. В южной части описываемой провинции, кроме того, выделяются небольшие тела габброидов, гранодиоритов, гранитов и сиенитов нижнего палеозоя.

Киммерийский цикл развития проявился при платформенном режиме. Он существенно отличается для областей с приподнятым и обнаженным фундаментом Алданского нагорья и Енисейского кряжа, с одной стороны, и погруженным на некоторую глубину платформенным основанием, повсеместно перекрытым пологозалегающей толщей осадочных пород палеозоя и мезозоя в междуречье Енисея и Лены, с другой стороны.

В первом случае, на Алданском щите, верхний структурный ярус сохранился на ограниченных участках в виде маломощных лоскутов конгломератов, песчаников, известняков и мергелей кембрия, а также песчано-глинистых угленосных пород верхней юры. Породы основания, а также перекрывающие их в виде «пятен» киммерийские и юрские отложения прорваны малыми телами гипабиссальных интрузий щелочного состава. Среди них преобладают щелочно-земельные и щелочные сиениты и часто встречаются типичные породы с нефелином, анальцимом и псевдолейцитом (Билибин, 1946). Эти интрузивы, будучи приурочены к тектоническим расколам фундамента, образуют ряд цепей северо-восточного простирания, а созданы они скорее всего в период времени верхняя юра — нижний мел. При этом намечается закономерное изменение состава слагающих их пород от гранодиоритов к субщелочным по мере продвижения с востока на запад, т. е. от окраинной к глубинным частям Алданской плиты (Дзевановский, 1956).

Во втором случае, на территории междуречья Енисея и Лены, верхний структурный ярус сложен разнообразными осадочными,

преимущественно карбонатными породами кембрия, силура, пермо-карбона и пермо-триаса мощностью до 2500 м. Характерной особенностью этой части описываемой области является широкое проявление траппового вулканизма периода от перми до триаса включительно. Трапповая формация представлена гипабиссальными и эфузивными породами группы долерит-базальт. Среди траппов выделяются преобладающие недифференцированные и реже встречающиеся дифференцированные разности. С трапповой формацией связаны ультраосновные и щелочные интрузии.

По данным Ю. Г. Старицкого (1959), трапповый магматизм разделяется на пять фаз. К первой фазе относятся маломощные интрузии субщелочного состава Челбышевского и Ергалакского комплексов. Ко второй — принадлежат субщелочные породы Тымырского и Летнинского комплексов; к третьей — преобладающая масса траппов, в том числе интрузии Катангского, Ангарского, Ногинского и Амовского комплексов; к четвертой фазе — дифференцированные интрузии Тычанского, Кузьмовского и Норильского комплексов; к пятой — незначительная интрузия Туринского и Агатского комплексов.

Особое место занимают посттрапповые трубообразные тела кимберлитов (пикритовых порфириотов).

Рудные месторождения. В пределах южной части Сибирской платформы известны месторождения архейского, протерозойско-синийского и киммерийского циклов.

Архейские месторождения создавались в обстановке палингенного формирования родоначальных интрузий, крайне неблагоприятной для процессов магматогенного рудообразования. С этой эпохой связаны преимущественно месторождения метаморфогенные, к которым принадлежат железистые кварциты и флогопиты Алдана, а также известные в ряде районов силлиманитовые сланцы и скопления графита.

Протерозойские и синийские месторождения распространены значительно шире. Хотя в связи с интрузией основных пород этого возраста пока установлены всего лишь незначительные проявления титано-магнетитов в Витимском нагорье, а также титано-магнетитов и никеленосного пирротина в хребте Джугджур, можно рассчитывать, что со временем здесь будут обнаружены более значительные месторождения магматического генезиса.

С протерозойскими и синийскими гранитоидами связано несколько групп месторождений, среди которых можно указать:

- 1) скопления магнетита в скарнах, известные в Становом хребте (Таежное и др.);
- 2) слюдоносные и в меньшей степени редкометальные пегматиты на Маме, в Енисейском кряже и других районах;
- 3) месторождения золота Станового хребта и Енисейского хребта;

- 4) гидротермальные месторождения горного хрустала;
- 5) многочисленные, но слабо изученные проявления гидротермальных руд свинца, цинка, меди и молибдена.

Положение Удоканского месторождения медных руд в ряду протерозойских образований неясно. Также не вполне ясна роль нижнепалеозойской металлогенеза, предположительно представленной небольшими рудопроявлениями скарновых и гидротермальных руд вольфрама, молибдена, меди и полиметаллов, связанных с витикамским гранитным комплексом (Салоп, 1958).

Киммерийские месторождения различны для приподнятых частей фундамента Сибирской платформы, пронизанных гипабиссальными телами щелочных интрузивов, и погруженных площадей платформенного основания, характеризующихся трапповым вулканизмом.

В области развития траппов, в связи с ними или с их глубинными очагами, развит довольно широкий круг магматогенных месторождений. Среди них выделяются:

1) магматические месторождения сульфидных медно-никелевых руд дифференцированных интрузий норильского комплекса;

2) контактово-метасоматические месторождения магнетитовых руд, связанные с интрузиями летнинского комплекса;

3) гидротермальные месторождения магнетитовых руд, связанные с интрузиями кузьмовского комплекса (Ангаро-Братско-Илимский район и правобережье р. Енисей);

4) предположительно гидротермальные месторождения вкрашенных вдоль пластов и по секущим разломам, свинцово-цинковых руд Подкаменной Тунгуски (Байкит, Глиняное и др.);

5) гидротермальные месторождения исландского шпата, приуроченные к нижним горизонтам трапповых лав и туфов в восточной и центральной частях Тунгусской синеклизы;

6) месторождения и рудопроявления графита, по-видимому, связанные с траппами норильского и кузьмовского комплексов;

7) рудопроявления апатита, приуроченные к ультраосновным щелочным породам Чадобецкого поднятия.

К посттрапповым принадлежат магматические месторождения алмазов в трубообразных телах кимберлитов южной и северной Якутии.

С послеюрскими малыми гипабиссальными щелочными интрузиями ассоциируются три группы рудных месторождений:

1) гидротермальные месторождения золота, в основном кварцево-золотого состава, известные на Алдане, Олекме, в Енисейском кряже и других районах (Советское, Лебединское и др.);

2) Карбонатиты, представляющие собой скопления полевошпато-карбонатного материала с фторкарбонатами редких элементов;

3) зоны альбитизированных сиенитов с минералами редких элементов (Татарское и др.).

Таким образом, если свести воедино все вышеизложенное, то общая последовательность эндогенного рудообразования в южной части Сибирской платформы будет следующей (табл. 10).

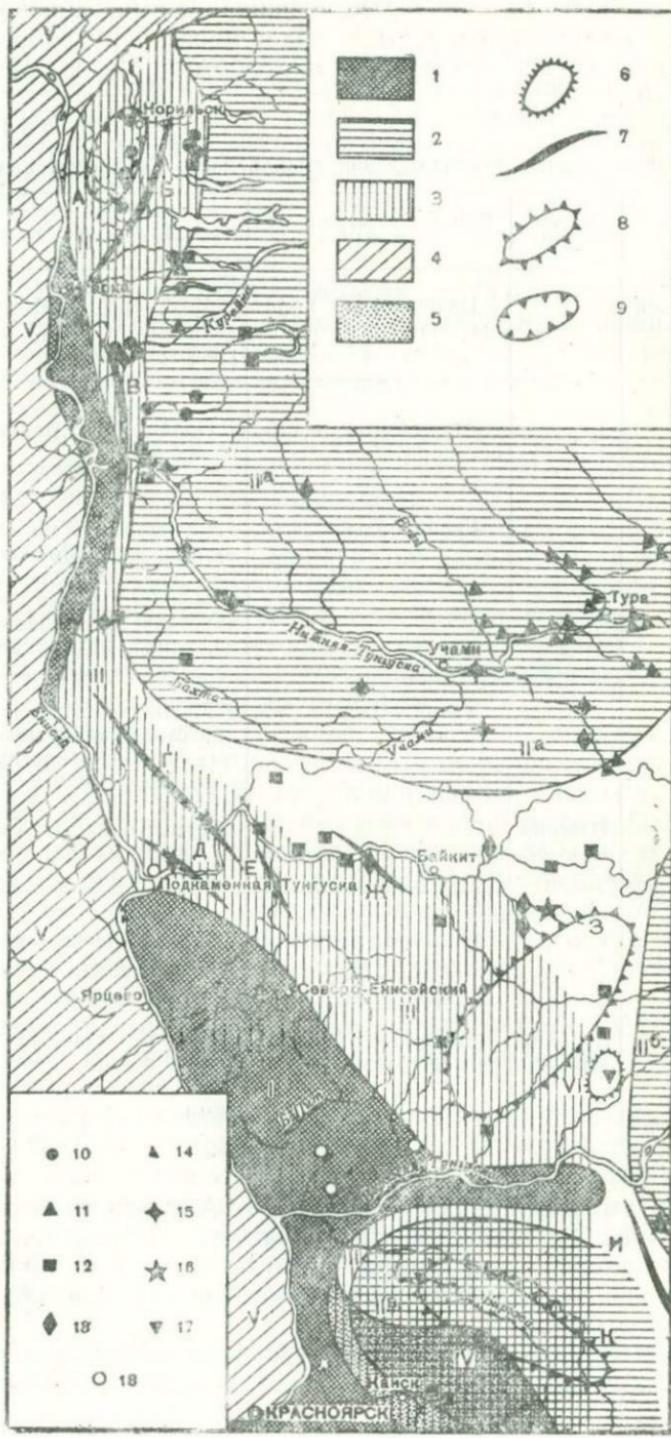
Таблица 10

Эндогенные рудные месторождения южной части Сибирской платформы

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Архейский		Палингенные породы различного состава	Метаморфогенные месторождения флогопита, андалузита, графита
Протерозойско-синийский		Анортозиты и габро-нориты	Проявления титано-магнетита и никеля
		Гранитоиды	Скарновые месторождения железа; слюдоносные пегматиты; гидротермальные месторождения золота и горного хрустали; рудопроявления свинца, цинка, меди, молибдена
Киммерийский	Нижний мезозой	Траппы	Магматические месторождения сульфидных медно-никелевых руд; скарновые и гидротермальные месторождения железа и свинца; гидротермальные месторождения исландского шпата; графит
		Кимберлиты	Магматические месторождения алмазов
	Верхний мезозой	Малые гипабиссальные интрузии	Гидротермальные месторождения золота; карбонатиты и альбититы с редкими металлами

Работами последних лет в пределах Алданского щита, кроме того, выявлены скарновые месторождения с золотом, свинцом, цинком и молибденом, приуроченные к контактным зонам карбонатных пород нижнего кембрия и послеюрских щелочных интрузий (Вахромеев, 1958).

Закономерности размещения рудных месторождений в южной части Сибирской платформы пока слабо изучены. Можно лишь



отметить, что в областях приподнятого фундамента платформы преобладают карбонатиты и гидротермальные месторождения; на площадях погруженного основания превалируют магматические и постмагматические месторождения траппов, а по глубоким расколам, разделяющим эти зоны, вытягиваются цепи алмазоносных кимберлитовых трубок. Однако здесь, как и в других рудных провинциях СССР, намечены местные схемы распределения месторождений, например, для Енисейского кряжа (Глико, 1957), для железорудных месторождений (Н. В. Павлов, 1960), но детальной сводной характеристики региональных особенностей размещения продуктов эндогенного оруденения пока не составлено.

Для области распространения траппов Ю. Г. Старицкий (1959) выделяет несколько структурно-металлогенических зон, отличающихся по своему строению и по набору распространенных в них месторождений (рис. 22). Намечаются следующие зоны:

- 1) Хантайско-Летнинская с месторождениями медно-никелевой, железорудной и графитовой формаций;
- 2) пограничная между Тунгусской синеклизой и соседними поднятиями с месторождениями железорудной и свинцовой формаций;
- 3) зона вдоль восточной границы Нижне-Тунгусского прогиба с месторождениями железорудной, колчеданной и графитовой формаций;
- 4) зона внешней части Тунгусской синеклизы с проявлениями свинцово-цинковой и колчеданной минерализации;
- 5) центральная часть Тунгусской синеклизы с многочисленными месторождениями исландского шпата.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Билибин Ю. А. Некоторые интересные черты металлогении Алдана. ДАН СССР, Т. II, 1946, № 6.

Вахромеев С. А. Генетические типы рудных месторождений Восточной Сибири и их значение. Материалы к конфер. по разв. произв. сил Вост. Сибири. Иркутск, 1958.

Глико О. А. Геологическое строение и металлогеническое районирование Енисейского кряжа. «Советская геология», 1957, сб. 62.

Рис. 22. Схема расположения месторождений полезных ископаемых западной части Сибирской платформы (по Ю. Г. Старицкому)

1 — складчатая область; 2 — синеклизы; 3 — передовой прогиб; 4 — область мезозойско-кайнозойских опусканий; 5 — предгорный прогиб; 6 — Чадобетское поднятие; 7 — оси валообразных структур; 8 — контур мульды; 9 — контуры поднятий. Месторождения ирудопроявления: 10 — сульфидные и медно-никелевые; 11 — меди; 12 — железа; 13 — полиметаллов; 14 — исландского шпата; 15 — графита; 16 — участки распространения алмазов в аллювии; 17 — рудопроявления апатита; 18 — месторождения и рудопроявления бокситов мезозойско-кайнозойского возраста. I — Зона Байкальской складчатости; синеклизы: II^A — Тунгусская, II^B — Ванаварская, II^C — Тасеевская; III — Приенисейский передовой прогиб; IV — Присаянский предгорный прогиб; V — Западно-Сибирская низменность; VI — Чадобетское поднятие. A — Наложенная мульда Норильского плато; B — Хантайско-Рыбинский вал; C — Курейско-Летнинский вал; Г — Лиственичный вал; Д — Суломай-Лебяжинский вал; E — Вельминский вал; Ж — Енгидинский вал; З — Турамское поднятие; И — Ковенский вал; К — Бирюсинское поднятие

Даевановский Ю. К. К вопросу пространственного распространения мезозойских щелочных и субщелочных пород Алданской плиты. Материалы ВСЕГЕИ, новая серия, вып. I, 1956.

Коржинский Д. С. Докембрий Алданской плиты и хребта Станового. Стратиграфия СССР, т. I, Изд. АН СССР 1939.

Лазько Е. М. Геологическое строение западной части Алданского кристаллического массива. Изд-во Львовск. гос. ун-та, 1956.

Лурье М. Л., Масайтис В. Л. Магматизм Сибирской платформы. «Советская геология», 1959, № 4.

Малич Н. С. О принципах составления металлогенических карт для платформ. Материалы научной сессии по металлогенич. и прогнозн. картам. Алма-Ата, 1958.

Обручев В. А. Докембрий Байкальского нагорья и Средне-Витимской горной страны. Стратиграфия СССР, т. I, Изд. АН СССР, 1939.

Одинцов М. М., Флоренсов Н. А., Хренов П. М. О размещении полезных ископаемых в геологической структуре Восточной Сибири. Тр. Восточно-Сибирского фил. АН СССР, сер. геол., вып. 14. Иркутск, 1958.

Одинцов М. М. Основные закономерности размещения полезных ископаемых на Сибирской платформе. В сб.: «Геологическое строение и полезные ископаемые Восточной Сибири». Изд-во АН СССР, 1958.

Павлов Н. В. Закономерности размещения магнетитовых месторождений Тунгусской синеклизы Сибирской платформы. В сб.: «Закономерности размещения полезных ископаемых т. III. Изд. АН СССР, 1960.

Павловский Е. В., Флоренсов Н. А. Краткий очерк истории геологического развития Восточной Сибири. Тр. Иркутск. ун-та, т. V, вып. 2, 1951.

Салоп Л. И. Геологическое строение и полезные ископаемые Байкальской горной области. В сб.: «Геологическое строение и полезные ископаемые Восточной Сибири». Изд-во АН СССР, 1958.

Спижарский Т. Н. Геологическое районирование Сибирской платформы и основные закономерности размещения полезных ископаемых на ее территории. В сб.: «Геологическое строение и полезные ископаемые Восточной Сибири». Изд-во АН СССР, 1958.

Стариков Ю. Г. Эндогенные полезные ископаемые западной части Сибирской платформы. «Советская геология», 1959, № 1.

Шахов Ф. Н. Вулканизм и металлогенез Енисейского кряжа. Вестн. Зап.-Сибирского геол. управл., № 5. Новосибирск, 1938.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ БАЛТИЙСКИЙ ЩИТ

Описываемая провинция оконтурена с запада государственной границей СССР с Финляндией и Норвегией, с севера — Баренцевым морем, с востока — Белым морем, а с юга-границей распространения кристаллических пород, проходящей примерно от южной окраины Онежского озера к Ладожскому озеру и далее к юго-восточному побережью Финского залива Балтийского моря. В ее пределах находится Кольский п-ов и Карельская АССР.

Сведения о геологическом строении и рудоносности этой провинции зачерпнуты преимущественно из трудов П. А. Борисова и др. (1933), Н. А. Волотовской (1958), А. А. Полканова (1956), А. А. Полканова и Э. К. Герлинга (1961), Д. Ф. Мурашова (1946), А. Е. Ферсмана (1925, 1941 и др.).

Циклы и стадии развития. Описываемая территория представляет юго восточную часть Фено-Скандинавского или Балтийского щита. В результате геохронологических исследований, выполненных А. А. Полкановым и Э. К. Герлингом (1961) на основе определения абсолютного возраста комплексов пород, слагающих Балтийский щит, на этой территории выделяется 13 циклов геологического развития. Они принадлежат катархею, архею, свекофеннидам, карелидам, готидам, рифею, каледонидам и герцинидам и охватывают период времени от 3600 до 300 млн. лет. Им соответствуют 13 периодов основного, кислого и щелочного магматизма. Однако эпохи формирования эндогенных месторождений щита не увязаны с магматическими эпохами. Поэтому нами они рассматриваются для трех укрупненных периодов истории геологического развития — архейского, протерозойского и герцинского — с частичным подразделением их по старой стратиграфической схеме. Архейский и протерозойский периоды относятся к доплатформенному периоду, а герцинский уже к платформенному состоянию территории данной провинции.

Архейский период геологического развития обусловил мощные толщи осадочных и магматических пород, превращенных к настоящему времени в гнейсы и кристаллические сланцы. Для этого времени наиболее известны изверженные породы постсвионской (древнеархейской) и постботнийской (юноархейской) складчатости.

В постсвионскую фазу были образованы древнейшие основные, а вслед за ними кислые гранитоидные породы. Основные изверженные породы были превращены в габбро-амфиболиты и амфиболитовые гнейсы, а гранитоиды — в различные гнейсо-границы и диориты.

В постботнийскую фазу были сформированы также вначале основные, а затем кислые изверженные породы. К основным породам постботнийского комплекса относятся метадиабазы, метагаббро, метапикриты, амфиболиты и другие метаморфизованные разновидности основных пород. Кислые породы этой фазы состоят из микроклиновых гранитов, гранодиоритов и сопровождающих их мигматитов, пегматитов и аплитов.

Протерозойский период развития характеризуется накоплением мощных осадочных и вулканогенных комплексов пород, претерпевших впоследствии региональное изменение и превращенных в разного рода метаморфические сланцы, филлиты, амфиболиты, перекристаллизованные эфузивы, мраморовидные доломиты, кварциты, агломераты и пр. Все эти породы вытянуты в северо-западном или субширотном направлении сравнительно узкими полосами, разделенными крупными блоками архея. К ним приурочены крупные интрузии посткарельской эпохи дистрофизма. Среди них выделяется более ранняя мощная интрузия ультраосновных и основных пород и последую-

щие интрузии гранитоидных пород, сопровождающиеся зонами мигматитов и завершившиеся внедрением дискордантных плутонов микроклиновых порфировидных гранитов и гранодиоритов (Полканов, 1956).

Герцинский цикл развития относится к платформенному периоду существования описываемой провинции. Он проявился в образовании крупных расколов северо-западного направления и внедрении вдоль них интрузий щелочного состава постдевонского возраста (абс. возраст 290 ± 10 млн. лет). Самый крупный «Главный пояс щелочных интрузий» расположен в центральной части Кольского полуострова и вытянут вдоль стыка полосы протерозойских образований с архейской глыбой. В протерозойское время по этому же шву произошло внедрение ультраосновных и основных пород. Таким образом, здесь оказались сближенными пояса основных пород протерозоя и щелочных пород верхнего палеозоя. В пределах главного пояса находятся щелочные plutоны Хибин, Ловозера, Африканы, Хабозера, Гремяхи-Вырмес, Кейв и др. Кроме того, отдельные массивы и более мелкие тела щелочных пород известны как на остальной части Кольского п-ова, так и в Карелии. Интрузивная деятельность герцинской эпохи началась с внедрения ультраосновных и основных щелочных пород, затем перешла к образованию щелочных гранитов и нордмаркитов и завершилась формированием нефелиновых сиенитов. Она сопровождалась образованием даек субщелочных и щелочных пород: нефелинитов, ийолитов, мончикитов, лимбургитов, уртитов, щелочных базальтов и др.

Рудные месторождения. В пределах северо-западной рудной провинции известны месторождения архейского, протерозойского и герцинского периодов.

Архейские месторождения распадаются на две группы: метаморфогенные и магматогенные образования. К метаморфогенным принадлежат месторождения железных руд, близкие к железистым кварцитам. В пределах северо-западной части Кольского п-ова известны три линейные зоны таких месторождений, приуроченные к трем сжатым синклинальным складкам магнетитовых сланцев, железистых кварцитов и амфиболитов, зажатых среди гнейсов. Это зоны: Кольского фьорда, Шангуй-Лопарской полосы и Приимандровская. В состав руд упоминаемых месторождений входят: магнетит, кварц и амфибол. Подобные же месторождения известны в Карелии у Гимольского озера. Кроме того, метаморфогенными являются месторождения кианита (Хизоварское), силлиманиита (у Ловозера) и граната (Шуерецкое).

К магматогенным относятся пегматитовые и гидротермальные месторождения. Все они увязываются с постботнийской гранитной интрузией, хотя, может быть, среди них есть и более древние образования. Пегматитовые поля наиболее известны

у западного побережья Белого моря, в юго-западной части Кольского п-ова. Они являются источниками сырья для керамической промышленности и получения слюды; с ними иногда связаны проявления редких минералов. Гидротермальные образования представлены незначительными жилами кварца с молибденитом, а также полосами вкрапленных пирито-пирротиновых руд в гнейсах (фальбанда), содержащих минералы кобальта и никеля.

Протерозойские месторождения, так же как и архейские, разделяются на магматогенные и метаморфогенные, но уже при явном преобладании первых над вторыми.

К магматогенным относятся серноколчеданные месторождения среди кварцево-хлорито-серцицитовых сланцев, образованных в процессе метаморфизма протерозойских геосинклинальных вулканогенных пород (Паандово, Ялонвара и др.). Наиболее значительные магматогенные месторождения протерозойского цикла связаны с посткарельским комплексом ультраосновных и основных пород. К ним прежде всего относятся широко известные магматические месторождения сульфидных медно-никелевых руд, распространенные в двух районах Кольского п-ова. В районе Монче-тундры они приурочены к комплексу перидотитов-габброноритов, а в районе Печенги — к перидотитам (змеевикам). В Карелии с основными породами связаны магматические месторождения титано-магнетитов. Они обычно образуют протяженные зоны вкрапленных руд в лежачем боку или периферических частях массивов габбро-диабазов, габбро-диоритов и им подобных пород (Пудожгорское, Вэлимяки и др.). Обращает внимание, что с одними и теми же основными породами посткарельского комплекса в разных частях описываемой провинции связаны различные месторождения: на севере магматические месторождения сульфидных медно-никелевых руд, а на юге — магматические месторождения титано-магнетитов. Это, вероятно, связано с различными условиями внедрения магматических пород и формирования месторождений на Кольском п-ове в платформенных, а в Карелии в геосинклинальной обстановке протерозойского периода.

С кислыми интрузиями протерозоя ассоциируются довольно разнообразные постмагматические месторождения. К их числу прежде всего принадлежат широко развитые керамические пегматиты, местами слюдоносные; затем своеобразные скарновые месторождения Питкяранты. Здесь, близ контакта с крупными массивами гранитов (рапакиви), среди пластов известняков и доломитов, заключенных в сланцах, находятся залежи скарнов с магнетитом, халькопиритом, сфалеритом, пирротином, галенитом, теллуристым висмутом, кассiterитом и гельвином. Кроме того, в ряде районов известны небольшие жилы кварца с медью и молибденом, а также баритовые жилы.

Среди метаморфогенных месторождений протерозоя могут быть отмечены месторождения типа железистых кварцитов и кианитов. Месторождения железистых кварцитов известны у Туломозера, где они представлены пластами кварцита, содержащими гематит и мартит. Метаморфические месторождения кианита приурочены к протяженной полосе кристаллических сланцев хребта Кейв.

Герцинские месторождения представлены преимущественно своеобразными магматическими образованиями среди щелочных plutонов.

К ним принадлежит знаменитое месторождение апатитов в Хибинах. Оно представлено протяженной полосой крупных линз апатит-нефелиновых пород с эгирином, эгирин-авгитом, эвдиалитом, сfenом, титано-магнетитом, арфведсонитом и другими минералами, генетически связанными с комплексом ийолит-урититов.

К одному из plutонов щелочных пород приурочены магматические месторождения ниobia, tantalа, титана и других элементов. Они сосредоточены среди горизонтов вкрапленных руд эвдиалита, занимающих определенное положение в этом сложном по составу и расслоенном на отдельные горизонты plutоне.

Характерны карбонатиты, содержащие титан, tantal, ниобий и другие элементы. Выделяются также пегматиты щелочных интрузий, содержащие слюду и минералы редких элементов (р. Поной). Наконец, отмечаются небольшие гидротермальные месторождения и проявления молибдена, свинца, цинка и меди, а также плавикового шпата.

Последовательность формирования эндогенных рудных месторождений Северо-Запада СССР показана в табл. 11.

Закономерности размещения рудных месторождений. На территории Балтийского щита намечается поясовое распространение рудных месторождений различного возраста, увязывающееся с зональным геологическим строением этой провинции (рис. 23). Архейские месторождения сосредоточены в основном в пределах центрального блока древнейших пород, ограниченного зонами разломов северо-западного направления. Полосы протерозойских пород вытянуты в субширотном и северо-западном направлении. Поскольку главная часть протерозойских месторождений не выходит за их пределы, то протерозойские месторождения вытягиваются в виде зон того же простирания. Особенно характерны в этом отношении пояса ультраосновных и основных пород и приуроченных к ним месторождений, следующие вдоль границы центрального архейского блока с севера и с юга. К северному (Кольскому) поясу этих пород приурочены магматические сульфидные медно-никелевые месторождения. С более расплывчатым южным (Карельским) поясом ультраосновных и основных пород ассоциируются месторождения титаномагнетитовых руд.

Таблица II

**Эндогенные рудные месторождения Северо-Запада СССР
(Балтийский щит)**

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Архейский*	Постсвионский	Амфиболиты, гнейсо-граниты, метабазиты	Не выявлены
	Постботнийский	Микроклиновые граниты	Керамические и слюдоносные пегматиты; гидротермальные рудопроявления — фальбанды с никелем и кобальтом; кварцевые жилы с молибденитом
Протерозойский	Посткаельская	Метаморфические сланцы по вулканогенным породам	Серноколчеданные месторождения
		Ультраосновные и основные интрузии	Магматические месторождения сульфидных медно-никелевых и титано-магнетитовых руд
Герцинский		Гранитоидные интрузии	Пегматиты керамические, слюдоносные, редкометальные; скарновые месторождения с оловом и др.; гидротермальные баритовые жилы
		Щелочные интрузии	Магматические месторождения апатитов, редких металлов (ниобия, tantalа, циркония); карбонатитовые месторождения редких элементов; пегматиты со слюдой и минералами редких элементов; гидротермальные проявления молибдена, полиметаллов и флюорита

* К архейским и в меньшей степени к протерозойским, кроме того, принадлежат метаморфогенные месторождения железистых кварцитов.

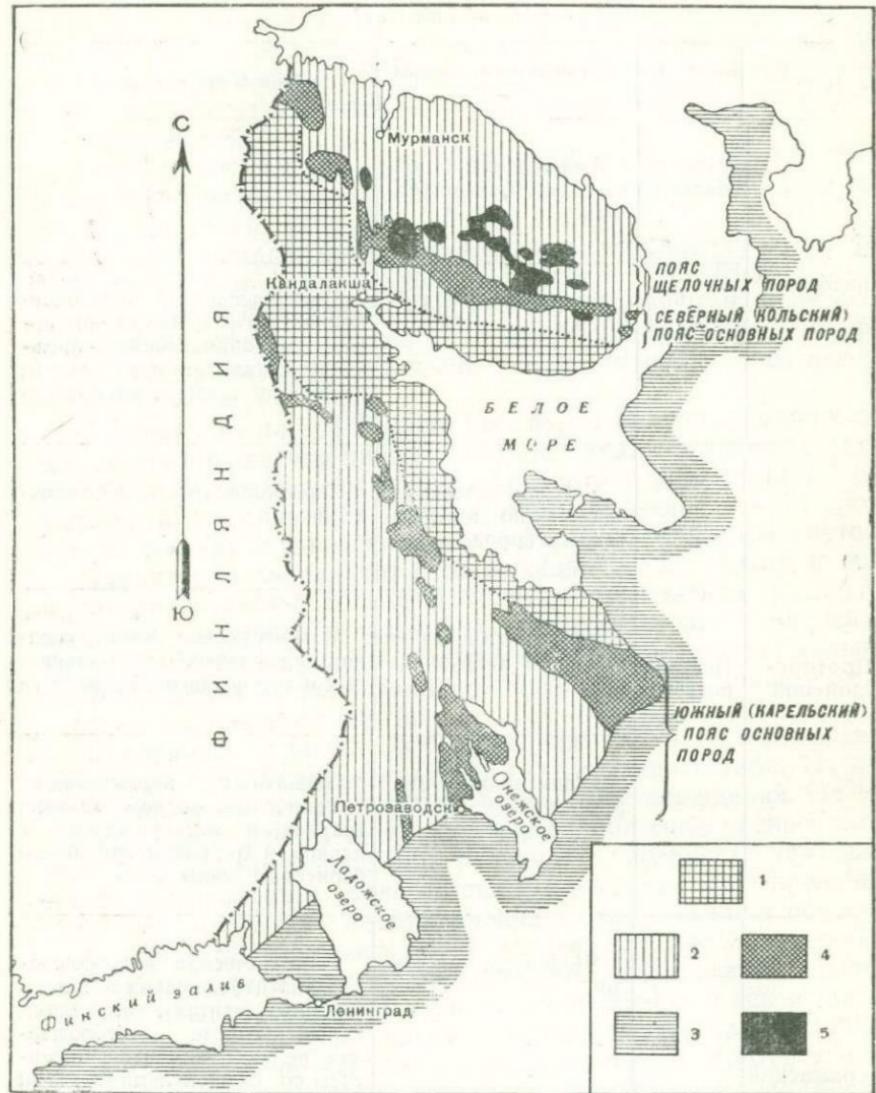


Рис. 23. Структурно-металлогеническая схема советской части Балтийского щита

1 — область преимущественной архейской складчатости и месторождений; 2 — область протерозойской складчатости, наложенной на архейскую складчатость (архейские и протерозойские месторождения); 3 — отложения Русской платформы; 4 — важнейшие массивы ультраосновных и основных пород; 5 — важнейшие массивы щелочных пород

Инtrузия щелочных пород герцинского цикла развития в основном происходила вдоль тектонически оживленных швов между архейскими блоками и полосами прогерозойских пород. Поэтому образовался пояс щелочных плутонов, вытянутых в том же северо-западном направлении; они обычно размещаются в пограничной зоне между комплексами пород архея и протерозоя. Ярким примером такой геологической позиции может служить упоминавшийся выше «Главный пояс щелочных интрузий» Кольского п-ова, с которым связаны важнейшие месторождения герцинского цикла Балтийского щита.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Волотовская Н. А. Карело-Кольская петрографическая провинция ультраосновных, щелочных и карбонатных пород. Материалы II Всесоюзн. петрограф. совещ. Изд. Каз. АН УзССР, Ташкент, 1958.

Мурашев Д. Ф. Генетические типы железорудных месторождений Кольского п-ова и Карело-Финской ССР, Зап. всерос. мин. об-ва, вып. 2, 1946.

Полезные ископаемые Ленинградской области и Карельской АССР, ч. I и II, под ред. Борисова П. А., Котлукова В. А., М. Г. Осмоловского и др. Госгеолнефтеиздат, 1933.

Полканов А. А. Геология хотландия-иотния Балтийского щита. Изд-во АН СССР, 1956.

Полканов А. А., Герлинг Э. К. Геохронология и геологическая эволюция Балтийского щита и его складчатого обрамления. Вопросы геохронологии и геологии. Тр. Лаборатории геологии докембрия АН СССР, вып. 12, 1961.

Ферсман А. Е. (ред.) Хибинские и ловозерские тундры. Тр. ин-та изуч. Севера, вып. 29, 1925.

Ферсман А. Е. Полезные ископаемые Кольского полуострова. Изд-во АН СССР, 1941.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

УКРАИНСКИЙ ЩИТ

Территория Украинского щита или Украинского кристаллического массива определяется выходами сильно метаморфизованных и дислоцированных толщ пород допалеозойского возраста на юге нашей страны. От р. Случь на западе до р. Кальмиус на востоке тянется полоса этих выходов на расстоянии около 1000 км, при ширине около 200 км.

Эпохи формирования различных типов рудных месторождений этой провинции кратко характеризуются по данным Я. Н. Белевцева, Г. И. Каляева и др. (1960), В. А. Ершова (1960), М. Н. Иватишина (1957), А. П. Никольского, А. Н. Ефимова (1960), С. П. Родионова (1954), Н. П. Семененко (1957, 1959 и др.).

Циклы и стадии развития. Комплексы горных пород и геологические структуры территории Украинского щита сформиро-

ваны в архейское и протерозойское время. В отличие от южной части Сибирской платформы и Балтийского щита здесь не проявились более поздние тектонические движения, магматизм и эндогенное оруденение. В истории допалеозойского геологического развития Украинского щита намечается два крупных периода: архейский и протерозойский.

Архейский период геологического развития определяется созданными в это время и широко распространенными в пределах щита энергично дислоцированными кристаллическими сланцами, гнейсами и мраморами Бугско-Днепровской серии, а также расположенной выше ее по разрезу толщей песчаников, кварцитов, филлитов, метаморфических сланцев, железистых роговиков саксаганской железорудной формации.

С архейским периодом связаны два комплекса глубинных магматических пород, соответственно отвечающих нижнему и верхнему архею.

В нижнем архее выделяются ультрабазиты, метабазиты и амфиболиты Приазовья и Подолии, а также порфировые граниты, мигматиты и различные гнейсы Бугско-Днепровской серии; абсолютный возраст этих пород оценивается в рамках от 2800 до 1900 млн. лет.

В верхнем архее были образованы ультрабазиты, метабазиты, амфиболиты, серпентиниты Конско-Бузулукской серии, а вслед за ними так называемые серые граниты Ингулецкого интрузивного комплекса; абсолютный возраст этих пород определяется в 1820—1700 млн. лет.

Протерозойский период геологического развития характеризуется кварцитами, филлитами, метаморфическими сланцами и метаморфизованными вулканогенными породами Овручской серии. В рамках протерозойского периода намечается четыре комплекса магматических пород, соответствующих нижнему и верхнему протерозою.

В нижнем протерозое были образованы габбро, гранодиориты и так называемые красные граниты Боковянско-Осницкого интрузивного комплекса; абсолютный возраст этих пород 1800—1400 млн. лет.

В верхнем протерозое внедрилась интрузия габро-лабрадоритов, рапакиви и гранитов Коростеньского магматического комплекса (абс. возраст 1250—1150 млн. лет), а затем интрузия щелочных перидотитов, щелочных гранитов и сиенитов Приазовского щелочного комплекса (абс. возраст 900—500 млн. лет).

Рудные месторождения. В саксаганскую эпоху архея были сформированы железорудные месторождения Кривого Рога, позднее претерпевшие глубокий и разнообразный метаморфизм.

Архейский магматизм не отличается значительным орудением. В ультрабазитах архея известны небольшие скопления хромита, а в коре выветривания их — силикатные никелевые руды. Архейские гранитогнейсы и метаморфические сланцы пред-

ставляют основу для позднейших, в основном мезозойских третичных и четвертичных процессов формирования россыпей циркона и др.

С гранитами овручской эпохи нижнего протерозоя связаны проявления кассiterito-колумбито-вольфрамитовых руд. В габбро коростенского комплекса верхнего протерозоя известны скопления ильменита, а к гранитной интрузии этого комплекса приурочены пегматиты с топазом, морионом и другими минералами. С этапом мариуполизации и альбитизации щелочных пород приазовского комплекса связана цирконо-пирохлоровая минерализация, а также, возможно, Гнотовское месторождение флюорита и паризита (табл. 12).

Таблица 12
Рудные месторождения Украинского щита

Цикл	Стадия (этап)	Комплекс магматических пород	Группы месторождений
Архейский	Нижний архей	Ультраосновные и основные породы Приазовья и Подолии; граниты и гнейсы бугско-подольско-днепровской серии	Небольшие месторождения хромитов и силикатных никелевых руд коры выветривания в гипербазитах, а также рассеянная минерализация циркона в гранитоидах
	Верхний архей	Ультраосновные и основные породы коньково-бузулукской серии; серые граниты ингулецкого комплекса	Метаморфогенные месторождения железистых кварцитов
Протерозойский	Нижний протерозой	Габбро и гранодиориты, красные граниты боковянско-осницкого комплекса	Гидротермальные проявления руд редких элементов
	Верхний протерозой	Габбро, гранодиориты и граниты коростенского комплекса	Скопления ильменита, пегматиты с топазом, кварцем
		Щелочные породы приазовского комплекса	Цирконно-пирохлоровые гидротермальные рудопроявления

Закономерности размещения рудных месторождений. Отчетливо выраженные закономерности пространственного распределения рудных месторождений в пределах Украинского щита не выявлены. Н. П. Семененко (1959) выделяет несколько субпро-

винций, перспективных по распространению определенных групп месторождений. В метаморфических и магматических комплексах докембрия он намечает: 1) области распространения ультрабазитовых и метабазитовых формаций архея с возможным оруденением хрома и никеля; 2) габбровые массивы, представляющие собой ильменитовую рудную формацию; 3) формацию мариуполитизированных щелочных пород Приазовья; 4) джеспилитово-железисто-кремнисто-вулканогенные формации, представляющие собой районы развития железорудных месторождений, и некоторые другие.

Кроме того, намечаются контуры платформенных субпровинций экзогенных месторождений, связанных с областями питания и корами выветривания пород докембра. Среди них выделяются: 1) области россыпей (циркона, ильменита и кассiterита, 2) площади распространения силикатных никелевых руд коры выветривания ультрабазитов, 3) площади развития осадочных руд марганца палеогенового возраста, 4) площади развития бокситовых руд также палеогенового возраста.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Ершов В. А. Ультраосновные породы Украины и связанные с ними полезные ископаемые. Докл. сов. геолог. к XXI сессии МГК. Изд-во АН УССР, 1960.

Иvantишин М. Н. Докембрейское эндогенное оруденение и его значение для решения вопросов металлогенеза. Геол. журнал АН УССР, т. 17, вып. 2. 1957.

Белевцев Я. Н., Каляев Г. И. и др. Металлогенез железорудной провинции Украины. Металлогенез докембр. щитов и древн. подвижн. зон. ч. I. Киев, 1960.

Никольский А. П., Ефимов А. Н. Геолого-металлогенический очерк восточной части Украинского щита. Тр. ВСЕГЕИ, т. 37, 1960.

Родионов С. П. Закономерности размещения железорудных формаций в докембрии УССР. Изд. АН СССР, сер. 1954, геол. № 2.

Семененко Н. П. Структурно-петрографическая карта Украинского кристаллического массива. Изд-во АН УССР, Киев, 1957.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой главе содержится краткое резюме характеристики главных рудных провинций территории Советского Союза и сведения об общей эволюции магматизма и эндогенного рудообразования от древнейших до самых юных эпох в рамках нашей страны..

Принципы выделения рудных провинций СССР. Поскольку в основу членения длительного процесса рудообразования в недрах Земли кладется представление о рудных эпохах и их стадиях, металлогеническое районирование территории страны на рудные провинции возможно произвести по принципу оконтуривания площадей развития месторождений определенной эпохи.

На территории СССР проявлено в той или иной степени оруденение семи металлогенических эпох: альпийской, киммерийской, герцинской, каледонской, синийской, протерозойской и архейской (или архейских).

Однако эндогенное оруденение последующих металлогенических эпох, будучи всегда эпигенетическим по отношению к оруденению предшествующих эпох, накладывается на площади распространения ранее образованных месторождений, создавая зоны развития месторождений разного возраста. Поэтому уместно определять рудные провинции складчатых зон на основе выделения площадей распространения месторождений завершающей эпохи оруденения. В этом случае в их пределах будут намечаться зоны распространения предшествующего и наложенного на него молодого оруденения, которые надо оконтуривать отдельно. Площади распространения юного оруденения, наложенного на участки древних платформ, целесообразно отмечать особо.

Среди площадей распространения эндогенного оруденения в СССР выделяются следующие провинции:

I. Альпийские: 1) Дальний Северо-Восток, 2) Кавказ, 3) Карпаты; к ним принадлежит также Копет-Даг; узкую зону альпийского оруденения Дальнего Востока удобнее охарактери-

ризовать вместе с мезозойской провинцией Забайкальско-Приморской области.

II. Киммерийские — Забайкальско-Приморская (Монголо-Охотский пояс с его Приморским ответвлением).

III. Герцинские: 1) Урал, 2) Казахстан, 3) Средняя Азия; к ним относятся также Донбасс, Новая Земля, Таймыр, Томь-Колыванская зона.

IV. Каледонские — Алтае-Саянская область.

V. Протерозойские и синийские: 1) Южная часть Сибирской платформы, 2) Балтийский щит, 3) Украинский щит.

Площади исключительного распространения месторождений завершающей металлогенической эпохи совпадают с комплексами пород соответствующего геологического цикла. Но там, где в пределах складчатой области находятся комплексы пород предшествующих циклов геологического развития, это оруденение перекрывает зоны распространения более древних месторождений. В таких случаях возникают площади полициклического оруденения. В нашей стране все рудные провинции, перекрывающие целые складчатые области или крупные части их, относятся к полициклическим. Если учитывать только решающие эпохи оруденения, то можно выделить провинции бициклические и трициклические. К бициклическим относятся провинции Дальнего Северо-Востока (с месторождениями киммерийской и альпийской эпох), Забайкальско-Приморская (с месторождениями герцинской и киммерийской эпох), Казахстана, Средней Азии и Урала (с месторождениями каледонской и герцинской эпох), Алтае-Саянской складчатой области (с месторождениями протерозойской и каледонской эпох). К трициклическим относятся: Кавказ (с месторождениями герцинской, киммерийской и альпийской эпох), а также рудные провинции щитов Русской и Сибирской платформ; в пределах Балтийского щита известны значительные месторождения архейской, протерозойской и герцинской эпох, а в южных частях Сибирской платформы, на Алданском щите, известны месторождения архейской, протерозойской и мезозойской эпох.

Учет менее существенного оруденения может увеличить количество эпох почти для всех вышеперечисленных провинций. Например, на Кавказе имеются незначительные рудопроявления каледонской эпохи, в Казахстане — протерозойской и т. п. Но для общей схемы регионального металлогенического районирования территории СССР их пока можно не принимать во внимание.

Соотношение между предшествующими складчатыми комплексами, связанными с ними интрузивными образованиями и месторождениями, и геологическими образованиями последующего цикла развития может быть различно.

Во-первых, на тектонически расчлененных площадях складчатой области предшествующего цикла развития может воз-

никнуть новая молодая геосинклинальная система (например, киммерийская геосинклиналь Монголо-Охотского пояса, возникшая на месте герцинской складчатой области).

Во-вторых, геосинклинальный режим последующего цикла развития может продолжаться в рамках незавершенной складчатости предыдущего цикла (например, Зайсанская герцинская геосинклиналь Восточного Казахстана и др.).

В-третьих, может произойти захват складчатых структур, интрузивных комплексов и связанных с ними месторождений предшествующего цикла развития тектоническими деформациями и интрузиями последующего цикла при сохранении переходного к платформенному или платформенного режима (например, Верхояно-Чукотская складчатая область Дальнего Северо-Востока в альпийский цикл развития). Проблема соотношения предшествующих и последующих складчатостей сложная, и мы здесь не в состоянии ее рассматривать в деталях. Для нас в данном случае важно подчеркнуть обычное совмещение в рамках рудных провинций областей распространения месторождений нескольких циклов геологического развития. В связи с этим возникает, как нам представляется, весьма важная проблема соотношения последующего и предшествующего оруденения; некоторые стороны этой проблемы мы рассмотрим после краткой сводной характеристики главнейших рудных провинций СССР.

Главнейшие рудные провинции СССР. В соответствии с вышеуказанными принципами металлогенического районирования на территории СССР были выделены альпийские, киммерийские, герцинские, каледонские и протерозойско-синийские рудные провинции.

Альпийские провинции являются типичными для Дальнего Северо-Востока и Кавказа.

Дальний Северо-Восток. На тектонических картах СССР здесь выделяется Верхояно-Колымская киммерийская и Корякско-Камчатская альпийская складчатые области. С точки зрения времени формирования эндогенных рудных месторождений вся эта провинция относится к областям развития альпийского оруденения, перекрывающего мезозойское оруденение в ее западной части. Она принадлежит к бициклическим металлогеническим провинциям с развитием в ее пределах месторождений мезозойской и альпийской эпох. Мезозойский цикл геологического развития этой области отличается отсутствием рудных месторождений ранней стадии и формированием их в связи с гранитными интрузиями средних и поздних стадий развития. В среднюю стадию этого процесса, в период верхнеюрской складчатости, были сформированы два интрузивных комплекса: так называемый предбатолитовый комплекс малых интрузий кварцево-альбитового состава и батолитовый комплекс гранитных интрузий Колымского типа (по Ю. А. Билибину, 1940).

С первым связано золотое оруденение Северо-Востока, а со вторым — оловянное и сопутствующее ему вольфрамовое, отчасти молибденовое, мышьяковое и свинцово-цинковое оруденение. Альпийский цикл развития не распадается на классические стадии геосинклинальной истории. Но в его рамках можно выделить три этапа внедрения магматических пород: предверхнемеловые гранодиориты охотского типа, верхнемеловые — палеоценовые аляскиты омсукчанского комплекса и малые тела в основном гранодиоритов неогенового времени (В. Т. Матвеенко, Е. Т. Шаталов, 1958). С первыми связаны молибденовые месторождения, со вторыми — оловянные, а также вольфрамовые и полиметаллические образования, а к третьему по времени формирования тяготеют месторождения ртути.

Из-за полного или частичного перекрытия площадей развития перечисленных пяти комплексов изверженных пород и связанных с ними месторождений вполне отчетливой региональной зональности в их распределении на территории Северо-Востока не намечается. Однако по преобладающему развитию месторождений определенных металлов в ее пределах можно выделить четыре зоны. Восточная Яно-Индигирско-Колымская зона характеризуется развитием золотого и оловянного оруденения. Рудносность протяженной северной зоны в основном определяется спорадическими полями оловянных руд, а также золота. Вдоль Охотско-Чаунского вулканогенного пояса вытянута широкая и протяженная полоса молибденового оруденения. С Корякско-Камчатской складчатой областью совпадает субпровинция ртутных руд.

Кавказ. На территории Большого и Малого Кавказа известны эндогенные месторождения каледонской, герцинской, киммерийской и альпийской эпох.

Каледонское оруденение проявлено в пределах западной части Передового и Главного хребтов Большого Кавказа, а также на Малом Кавказе. С ранним основным магматизмом каледонского цикла развития связаны медноколчеданные месторождения и мелкие проявления хромовых и никелевых руд. К более поздним гранито-гнейсам приурочены единичные пегматиты и высокотемпературные кварцевые жилы с кассiterитом, молибденитом, шеелитом, арсенопиритом и золотом.

С начальными основными эффузивами и интрузивами герцинского цикла вновь связаны медноколчеданные месторождения, а также рудопроявления титано-магнетитов, хрома и никеля. С гранитами главных фаз герцинской складчатости связаны незначительные пегматиты, грейзены и высокотемпературные кварцевые и кварцево-турмалиновые жилы с кассiterитом, шеелитом, молибденитом и арсенопиритом. С завершающими этот цикл малыми интрузиями гранит-порфиров и кератофиров ассоциированы свинцово-цинковые месторождения западной части северного склона Большого Кавказа.

Широко проявлен киммерийский цикл эндогенного оруденения. С толщами кератофировых и спилито-кератофировых пород лейаса и байоса на Малом Кавказе и в Закавказье связаны колчеданные месторождения. К этому же периоду приурочено формирование своеобразных медно-пирротиновых месторождений и рудопроявлений, вытянутых вдоль поясов диабазовых даек Большого Кавказа. Кроме того, известны узкие проявления титаномагнетитового и хромитового оруденения в габбро и ультрабазитах Нижней и Верхней Сванетии.

Инtrузии гипабиссальных гранитов средней стадии развития обязано скарновое оруденение Тырны-Ауза с шеелитом и молибденитом, а также небольшие гидротермальные месторождения арсенопирита и молибденита.

Наконец, к завершающей серии малых инtrузий гранодиоритов, кератофиров и альбитофириов относят предкелловейское полиметаллическое оруденение Садоно-Унальской группы, бариты Закавказья, медные и полиметаллические месторождения Дамблуда и Кафана.

Центр тяжести эндогенного оруденения альпийского цикла был смещен на Малый Кавказ, хотя альпийские месторождения известны и на Северном Кавказе.

С вулканогенной свитой начальной стадии этого цикла (верхний мел) связаны известные серно- и медноколчеданные месторождения Сомхито-Кафанской зоны (Шамлуг, Маднеули и др.). К последующим кварцевым диоритам, гранодиоритам и сиенито-диоритам предсепономанской магматической серии приурочены редкие месторождения скарнов с рудами железа и кобальта (Дашкесан), а также медно-молибденовые и молибденовые месторождения Мисхано-Зангезурской зоны. В связи с наиболее поздними третичными малыми инtrузиями гранодиоритов, дацитов, альбитофириов на Кавказе известны гидротермальные месторождения свинца и цинка, сурьмы и ртути, золота, мышьяка (простые сульфиды) и других металлов.

Региональные закономерности эндогенного оруденения намечены для многих районов Кавказа и этой провинции в целом. В схеме они сводятся к следующему. На северном и южном склонах Большого Кавказа преобладают разновозрастные месторождения полиметаллических руд. В его осевой части сконцентрированы также разновозрастные месторождения редких металлов (молибден, вольфрам, мышьяк, ртуть). На Малом Кавказе распространены медные и молибденовые образования мезозойской и альпийской металлогенических эпох.

К киммерийским провинциям принадлежит Забайкальско-Приморская провинция.

Забайкальско-Приморская провинция. Положение этой провинции соответствует Монголо-Охотской складчатой области с южной Приморской ветвью. В истории геологии

ческого развития и формирования ее рудных месторождений намечаются три цикла: герцинский, киммерийский и альпийский. Площадь распространения герцинских комплексов пород и сопровождающих их месторождений расположена в основном к западу от Центральной зоны хребта Сихотэ-Алиня. Она полностью перекрываетяется площадью развития Киммерийских месторождений, распространяющейся несколько далее к востоку до Приморской зоны Сихотэ-Алиня. В Центральной зоне Сихотэ-Алиня, а спорадически и западнее ее, территория распространения Киммерийских месторождений в свою очередь перекрывается областью формирования альпийских месторождений, протягивающейся далее к востоку с захватом Приморской зоны Сихотэ-Алиня, Сахалина и Курильской гряды. При наличии в пределах описываемой территории месторождений трех циклов геологического развития она, тем не менее, относится к бициклическим рудным провинциям, так как здесь совмещаются площади распространения месторождений либо герцинского и Киммерийского (на западе), либо Киммерийского и альпийского циклов (на востоке).

Значительных месторождений ранней стадии герцинского цикла в пределах описываемой провинции не обнаружено. Со средней стадией, отвечающей посленижнекарбоновой складчатости, связано внедрение гранодиоритов и следующих за ними гранитов, которым сопутствуют скарны с магнетитом, а также гидротермальные месторождения олова, золота, молибдена, вольфрама и флюорита.

В киммерийскую эпоху также произошли две гранитоидные интрузии, но внедрившиеся в обратной последовательности. Со среднекиммерийскими гранитами ассоциируются пегматиты, кварцево-гнейзеновые и кварцевые образования с оловом, вольфрамом и другими редкими металлами. С верхнекиммерийскими умеренно кислыми гранитоидами связаны месторождения полиметаллов, золота, молибдена и мышьяка.

Многофазная интрузия альпийских диоритов, гранитов и гранит-порфиров сопровождалась образованием гидротермальных месторождений полиметаллических, оловянных, золотых, флюоритовых и ртутных руд.

В некоторых частях провинции различные месторождения иногда бывают строго распределены по обособленным зонам. Типично в этом отношении Восточное Забайкалье, где еще С. С. Смирнов (1944) наметил три рудных пояса. При последующих исследованиях было установлено, что центральный пояс вольфрамово-оловянного оруденения приходится на внутреннюю зону киммерийской геосинклинали, а пояса золотых и молибденовых или свинцово-цинковых и молибденовых месторождений приурочены к периферийным (шельфовым) частям этой геосинклинали.

Герцинские провинции в пределах СССР наиболее значительны. Примерами их могут служить Урал, Казахстан и Средняя Азия.

Урал. На Урале известны эндогенные месторождения архейско-протерозойского, каледонского и герцинского металлогенических периодов.

Архейско-протерозойское оруденение представлено метаморфогенными рудопроявлениями железных руд, а также мелкими выделениями кассiterита и других минералов в пегматитах. На ранней стадии каледонского цикла, охватывающей период времени от верхнего протерозоя до нижнего кембрия включительно, в связи с интрузией габбро, были сформированы древние месторождения ильменито-магнетитовых руд Кусинского типа. С калиевыми гранитами средней стадии этого цикла ассоциируют незначительные месторождения и рудопроявления молибдена, олова, висмута.

Для герцинского цикла на Урале, точно так же как и для каледонского, крайне характерна ранняя стадия развития. В интрузивах перидотитовой магмы этой стадии залегают известные магматические месторождения хромитов, в массивах габбровой магмы — месторождения титано-магнетитовых руд, а с плагиогранитами и сиенитами связаны скарновые месторождения железных и медных руд. С вулканогенной серией спилито-кератофиров и альбитофиров ассоциируются серно- и медноколчеданные месторождения.

В среднюю стадию, отвечающую основным fazam герцинской складчатости, внедрились гранодиориты и граниты, а также последующие аляскиты. Доминирующие гранодиориты и умеренно кислые граниты сопровождались формированием месторождений золотых руд. Локально проявленным аляскитовым гранитам соответствуют пегматиты и грэйзены с драгоценными камнями и редкими металлами, а также гидротермальные рудопроявления вольфрамовых руд. Поздняя стадия развития на Урале заглушена, но ей, может быть, отвечают спорадические рудопроявления барита, флюорита, золото-сурьмяных и кварцево-золото-рутных руд.

Отчетливому зональному тектоническому строению Урала отвечает не менее четкая региональная зональность в размещении эндогенных месторождений. С зоной метаморфических пород связаны магматические и метаморфогенные месторождения титана, железа и магнезита. К цепям гипербазитов и базитов приурочены магматические месторождения хромитов и титаномагнетитов, платины и платиноидов. В вулканогенных поясах Урала сосредоточены колчеданные руды и скарновые месторождения железа и меди. В зонах развития гранитов находятся месторождения золота, редких металлов и драгоценных камней.

Казахстан. Казахстан представляет собой типичную бициклическую область распространения каледонских и герцинских эндогенных месторождений.

Каледонский цикл развития с его структурами, изверженными породами и месторождениями проявлен преимущественно в западной части Казахстана. В его раннюю стадию, характеризующуюся накоплением спилито-кератофировых толщ и связанных с ними комагматических основных и кислых малых интрузий, были сформированы золотосодержащие колчеданные месторождения. В среднюю стадию произошло внедрение силурийских гранодиоритов и образование мелких кварцево-гнейзеновых рудопроявлений с кассiterитом и шеелитом. Поздняя стадия характеризуется образованием малых интрузий девонского времени и кварцево-золотых месторождений. Таким образом, для каледонской металлогенической эпохи в Казахстане типичны месторождения золота.

Герцинский цикл развития в Западном и Центральном Казахстане протекал в обстановке, переходной от геосинклинальной к платформенной, а в восточной его части — в условиях геосинклинального режима. Несмотря на коренные геологические различия, во всех частях Казахстана в течение этого цикла происходили синхронные и весьма сходные по составу интрузии и сопровождающее их оруденение. В раннюю стадию произошло внедрение мелких массивов ультраосновных и основных пород с образованием локальных скоплений хромита, не влияющих на металлогенический облик провинции. В среднюю стадию произошли две последовательные интрузии гранитоидов. С ранними среднекарбоновыми умеренно кислыми гранитами связаны небольшие месторождения скарновых руд железа, меди, а также молибдена, кобальта и полиметаллов. К позднегерцинским лейкократовым гранитам приурочены пегматиты и кварцево-гнейзеновые месторождения молибдена, вольфрама, олова и других редких металлов. В позднюю стадию герцинского цикла были сформированы малые интрузии состава кварцевых альбитофиров и гранит-порфиров. Им соответствует образование крупных и разнообразных месторождений полиметаллических и медных руд, а также менее значительных кварцево-золотых месторождений.

В Центральном Казахстане региональная зональность в распределении эндогенных месторождений отсутствует. Отмечается лишь тяготение золотых каледонских месторождений к северной окраине Центрального Казахстана. Находящиеся здесь герцинские месторождения, создающие основную картину оруденения, будучи приурочены к крупным перекрещивающимся тектоническим расколам, не имеют упорядоченного зонального размещения в пределах этой территории. Зато в восточной части Казахстана наблюдается удивительно правильная региональная зональность в размещении эндогенного оруденения (В. П. Нехо-

рощев, 1947). Здесь в соответствии с переходом от одного сектора Зайсанской складчатой зоны к другому выделяется семь рудных поясов (А. И. Семенов, 1957).

- 1) Горный Алтай с вольфрамо-молибденовыми месторождениями;
- 2) Рудный Алтай с полиметаллическим оруденением;
- 3) Пояс золотых месторождений Южного Алтая;
- 4) Калба-Нарымская зона с месторождениями олова и вольфрама;
- 5) Второй пояс золотых месторождений Калбы;
- 6) Слаборудоносная зона Жармы;
- 7) Чингизская зона с вольфрамо-молибденовыми месторождениями, а также месторождениями медных руд.

Эта региональная зональность обусловлена закономерным пространственным размещением комплексов изверженных пород и связанных с ними месторождений. Позднегерцинские лейко-кратовые граниты и обусловленное ими редкометальное орудение разместились в области центрального поднятия Зайсанской геосинклинали и прилегающих к ней платформенных бортов. Кварцевые альбитофиры и гранит-порфиры с сопутствующим им полиметаллическим орудением, наоборот, были сформированы в пределах краевой части геосинклинали.

Средняя Азия. Территория Средней Азии является бициклической областью распространения каледонского и герцинского оруденения. С каледонскими гранитоидами, развитыми в Северном Тянь-Шане и известными в Среднем Тянь-Шане, связаны небольшие скарновые месторождения с магнетитом и золотом, пегматиты с минералами олова и редких металлов, а также кварцево-грейзеновые рудопроявления с молибденитом и, видимо, небольшие месторождения свинцово-цинковых руд.

Для герцинского цикла характерны месторождения средней и поздней стадии развития. С незначительными телами ультраосновных и основных пород ранней стадии связаны лишь мелкие магматические рудопроявления хрома, железа, никеля и кобальта. В среднюю стадию произошло внедрение преимущественно умеренно кислых гранитных интрузий, известных в Северном Тянь-Шане и распространенных в Среднем и Южном Тянь-Шане. Они сопровождаются скарновыми месторождениями с шеелитом, гидротермальными месторождениями арсенопиритовых и, вероятно, свинцово-цинковых руд. В позднюю стадию произошло внедрение сложной по составу гаммы мелких интрузий. Они обусловили развитие гидротермальных месторождений руд свинца и цинка, меди, висмута, флюорита. Более поздние месторождения сурьмы и ртути, выпадающие из рудных комплексов Тянь-Шаня, возможно, образованы в связи с киммерийским или альпийским металлогенезом.

Отчетливая региональная зональность в размещении эндогенных месторождений в Средней Азии отсутствует. Это обус-

ловлено тем, что подавляющая масса месторождений этой провинции представлена однотипными месторождениями, связанными с герцинскими изверженными породами, более или менее равномерно распределенными на всей ее площади.

Некоторые черты различия для главных зон Тянь-Шаня намечаются лишь по развитию месторождений ведущих металлов. Так, в Северном Тянь-Шане преобладают свинцово-цинковые месторождения нередко сложного состава (с оловом, мышьяком и др.). В Среднем Тянь-Шане особенно развиты гидротермальные и скарновые месторождения свинцово-цинковых руд, а также скарновые месторождения с шеелитом. В Южном Тянь-Шане известен протяженный пояс месторождений сурьмяных и ртутных руд, кососекущий широкую зону распространения месторождений иrudопроявлений вольфрама, олова и мышьяка.

Каледонские провинции включают рудную провинцию Алтай-Саянской складчатой области.

Алтай-Саянская область. Эта провинция относится к бициклической области развития протерозойско-синийской и особенно каледонской металлогенических эпох.

Протерозойские и синийские месторождения проявляются на сравнительно ограниченных площадях Восточного Саяна, Кузнецкого Алатау, Горного Алтая и Танну-Олы. Некрупные массивы гипербазитов и базитов, а также интрузии плагиогранитов протерозоя и синия не сопровождались заметным оруднением. С протерозойскими лейкократовыми гранитами связаны слюдоносные, а с аналогичными синийскими гранитами — редкometальные пегматиты.

Для каледонского цикла развития выделяется пять интрузивных комплексов и сопутствующих им месторождений. С серпентинизированными массивами салаирской фазы связаны месторождения асбеста, талька, магнезита и мелкиеrudопроявления хрома, титано-магнетитов и никеля. С салаирскими плагиогранитами ассоциированы гидросиликатные месторождения железных руд. Таконские гранодиориты оказались родоначальными для месторождений золота. Интрузия эрийских лейкократовых гранитов сопровождалась образованием пегматитов, грейзенов и кварцевых жил с вольфрамитом и молибденитом. Наконец, к группе пород сложного состава тельбесской фазы приурочены скарновые месторождения железных руд. Со специфическим комплексом малых интрузий щелочных пород, по-видимому, киммерийского цикла связаны пирохлоровые карбонатиты и редкometальные зоны альбитизированных сиенитов.

Протерозойские и синийские провинции относятся к допалеозойским платформенным частям территории Советского Союза. Протерозойским или синийским они считаются на основании завершающего цикла геологического и металлогенического развития доплатформенного периода их существования. В платформенный период они иногда вовлекались в более поздние

процессы рудообразования, накладывающиеся на площади распространения месторождений геосинклинальных и полуплатформенных циклов их развития.

Эти процессы имеют крупное значение для металлогенеза допалеозойских платформ. Однако такие провинции согласно основному принципу металлогенического районирования, выделяющиеся по последнему циклу геосинклинального развития, относятся к протерозойским или синийским. Примерами протерозойских и синийских провинций могут служить южная часть Сибирской платформы, Балтийский и Украинский щиты.

Южная часть Сибирской платформы имеет двухъярусное геологическое строение. Геологические структуры и месторождения нижнего яруса обусловлены архейским, протерозойским и синийским циклами развития.

Среди архейских кристаллических гнейсов, сланцев, мраморов и кварцитов известны перекристаллизованные и метаморфизованные основные и кислые породы. Их палингенное происхождение сказалось неблагоприятно на рудообразовании. С ними связаны лишь простые пегматиты, мало интересные с практической точки зрения.

Для протерозойско-синийского периода геологического развития отмечается более ранняя интрузия габбро-норитов и более поздняя значительно шире распространенная гранитоидная интрузия. Значительных месторождений, обусловленных основной интрузией, пока не выявлено. С протерозойскими гранитоидами в разных районах распространения пород нижнего структурного яруса южной части Сибирской платформы связаны различные группы месторождений. К ним относятся скарновые месторождения железа и других металлов, слюдоносные пегматиты, гидротермальные месторождения золота и горного хрусталя, рудопроявления свинца, цинка, меди, молибдена.

Магматизм и рудообразование более позднего, киммерийского времени, протекавшие уже в платформенных условиях, развивались по разному в различных областях описываемой провинции. Для приподнятых и обнаженных частей фундамента платформы характерна трещинная интрузия малых гипабиссальных щелочных пород верхнего мезозоя (Алдан, Енисейский кряж и др.). С ними связаны гидротермальные кварцево-золотые и карбонатитовые месторождения. В области погруженного на глубину платформенного основания, перекрытого полого-залегающей толщей пород нижнего и верхнего палеозоя, развивался трапповый вулканализм нижнего мезозоя (междуречье Енисея и Лены). Ему сопутствовало формирование разнообразных месторождений, среди которых можно указать: 1) магматические месторождения сульфидных медно-никелевых руд, 2) гидротермальные месторождения железа, 3) гидротермальные месторождения исландского шпата, 4) предположительно гидротер-

мальные месторождения свинца и цинка. С посттрапповыми кимберлитами связаны магматические месторождения алмазов.

Балтийский щит. В пределах Кольского п-ова и Карельской АССР известны эндогенные месторождения архея и протерозоя, а также наложенное оруденение герцинского цикла. Архейские месторождения незначительны. Они связаны с постботничьим комплексом микроклиновых гранитоидов и представлены керамическими пегматитами, пирротиново-пиритными фальбандами с минералами кобальта и никеля, а также мелкими гидротермальными кварцевыми жилами с молибденитом.

Протерозойские месторождения приурочены к полосам ультраосновных, основных и кислых интрузий, разделяющих крупные блоки кристаллических пород архея. С ультраосновными и основными породами протерозоя ассоциируются магматические месторождения сульфидных медно-никелевых и титано-магнетитовых руд. К кислым породам приурочены пегматиты керамические со слюдой и минералами редких металлов, а также скарны с оловом. В метаморфических сланцах, созданных по вулканогенным породам, находятся серноколчеданные месторождения.

Щелочные интрузии герцинского цикла внедрились по крупным тектоническим швам между блоками пород архея и протерозоя, образовав пояса северо-западного направления. В них сосредоточены магматические месторождения апатитов и нефелина, редких металлов (тантала, ниobia и др.), а также пегматиты со слюдой и минералами редких металлов, карбонатиты и гидротермальные проявления молибдена, полиметаллических руд и флюорита.

Украинский щит. Комплексы горных пород, геологические структуры и эндогенные месторождения Украинского щита сформированы в архейское и протерозойское время. С саксаганской железорудной формацией архея связаны метаморфогенные месторождения железных руд Криворожья. С ультраосновными породами Приазовья и Подолии нижнего архея и с ультраосновными породами конско-бузулукской серии верхнего архея ассоциированы небольшие месторождения хромитов, а также силикатные никелевые руды коры выветривания этих пород. Рассеянная минерализация циркона в гранитоидах архея послужила коренным источником мезозойских и кайнозойских россыпей этого минерала. К гранитам овручской серии нижнего протерозоя приурочены проявления касситерито-колумбито-вольфрамитовых руд. В габбро коростеньского комплекса верхнего протерозоя известны скопления ильменита, а к гранитной интрузии этого комплекса тяготеют пегматиты с топазом, морионом. С щелочными породами приазовского комплекса верхнего протерозоя связана цирконо-пирохлоровая и флюорито-паризитовая минерализация.

Главнейшие эпохи эндогенного рудообразования в СССР.
Как уже отмечалось выше, к таковым относятся архейская, протерозойская, синийская, каледонская, герцинская, киммерийская и альпийская эпохи.

Архейская эпоха представлена месторождениями допалеозойских платформ и отдельных массивов древнейших пород, известных в складчатых областях более поздних циклов развития. Наиболее полными площадями их распространения являются Балтийский и Украинский щиты Русской платформы, а также Алданский щит, Анабарский массив, Енисейское поднятие и восточная часть Восточного Саяна Сибирской платформы.

При формировании магматических пород архейской эры преобладали палингенные процессы, крайне неблагоприятные для рудообразования. Поэтому характерными для архея являются метаморфогенные месторождения типа железистых кварцитов. Из магматогенных некоторое значение имеют лишь керамические и иногда слюдоносные пегматиты.

Протерозойская и синийская эпохи проявились хотя и специфическими, но значительно более разнообразными месторождениями. Они распространены, во-первых, на площадях развития архейских комплексов, перекрывая их, во-вторых, на обширной территории, занятой Байкальским складчатым комплексом Витима и Становика и, в-третьих, на крупных площадях Алтая-Саянской складчатой области.

Для этих эпох повсеместно выделяются ранние группы ультраосновных и основных пород и более поздние интрузии кислых пород, разделяющиеся на фазу гранодиоритов и последующую фазу гранитов и аляскитов; малые интрузии завершающей стадии магматизма для протерозоя и синия выявляются редко.

Для протерозойской и синийской эпох наиболее характерны следующие месторождения:

- 1) магматические месторождения основных магм, представленные ильменито-магнетитовыми и сульфидными медно-никелевыми рудами;
- 2) слюдоносные пегматиты кислых магм;
- 3) месторождения серного колчедана вулканогенных комплексов;
- 4) гидротермальные месторождения золота.

Протерозойская и синийская эпохи отличаются необычайно слабым проявлением гидротермальных месторождений цветных и редких металлов.

Для этих эпох преобладающими являются месторождения железа, титана, никеля, меди, ванадия и золота.

Каледонская металлогеническая эпоха оказалась завершающей для Алтая-Саянской складчатой области и предшествующей для герцинской металлогенеза на большей части Казахстана, северных зон Тянь-Шаня и Западного Урала;

эндогенные месторождения этой эпохи известны также в массивах древних комплексов других герцинских и более молодых складчатых областей (Кавказ, Забайкальско-Приморская провинция, Дальний Северо-Восток).

Перидотитовые интрузии в каледонских провинциях проявлены слабо. Шире развиты породы габбро-пироксенито-дунилового и плагиогранитного состава. Не менее распространены умеренно кислые гранитоиды и следовавшие за ними кислые граниты. Малые интрузии завершающих стадий каледонского цикла отмечаются редко. Для этой эпохи особенно характерны следующие месторождения:

- 1) магматические месторождения ильменито-магнетитов;
- 2) скарновые месторождения железных руд;
- 3) различные гидротермальные месторождения золота в кварцевых жилах, колчеданах и скарнах.

Для каледонской эпохи пока не установлено значительных грейзеновых и гидротермальных месторождений цветных и редких металлов, за исключением, может быть, местами встречающихся месторождений кварцево-молибденовых руд. Таким образом, существенными для этого времени являются месторождения железа, титана, золота и отчасти молибдена.

Герцинская металлогеническая эпоха отличается необычайным разнообразием комплексов изверженных пород и богатством эндогенных рудных месторождений, резко отделяясь по этому признаку от сравнительно ограниченного оруденения как предшествующих, так и последующих периодов. Эти месторождения распространены на Урале, в Казахстане, Средней Азии, в южной части Таймыра, в Томь-Колыванской зоне, а также в массивах палеозойских пород внутри областей мезозойско-кайнозойской складчатости.

В соответствии с особенностями геологического развития отдельных провинций для герцинской эпохи отмечаются той или иной мощности ранние интрузии перидотитового, габбро-пироксенито-дунилового и плагиогранито-сиенитового состава. Повсеместно выделяется комплекс гранодиоритовых пород и последующий комплекс кислых гранитных пород. В ряде районов отчетливо устанавливаются малые интрузии завершающей стадии герцинского цикла развития.

Для герцинской эпохи известны значительные и разнообразные месторождения, в том числе: 1) магматические хромовые, связанные с перидотитами Урала; 2) магматические титаномагнетитовые и платиноидовые среди пород габбрового комплекса; 3) скарновые железа и меди, ассоциированные с плагиогранито-сиенитовыми интрузивами; 4) скарновые полиметаллические и вольфрамовые, приуроченные к гранитоидам повышенной основности; 5) пегматитовые, грейзено-кварцевые и кварцевые месторождения олова, вольфрама, молибдена, обусловленные интрузиями гранитов и аляскитов; 6) гидротермальные,

преимущественно полиметаллические и медные стадии малых интрузий.

В герцинскую эпоху были сформированы крупные месторождения почти всех металлов. Среди них могут быть отмечены месторождения железа, титана, ванадия, хрома, меди, полиметаллов, вольфрама, молибдена, олова, висмута, кобальта, золота, платины, tantalа, ниobia и радиоактивных элементов.

Герцинские месторождения платформенной стадии развития, известные на Балтийском щите, будут рассмотрены ниже.

Киммерийская металлогеническая эпоха необычайно оригинальна по эволюции магматизма. Для нее намечается как бы обратная последовательность в развитии глубинных магматических комплексов и связанных с ними месторождений. На ранних стадиях внедрились малые интрузии (предбатолитовые интрузии Колымы), вслед за ними произошло внедрение кислых гранитных пород, а затем умеренно кислых гранитоидов, особенно отчетливых в Восточном Забайкалье; породы перидотитового, габбро-пироксенит-дунистого и плагиогранитного комплексов для мезозойской эпохи совершенно не характерны. Месторождения этой эпохи распространены в пределах Дальнего Северо-Востока, Кавказа и Забайкальско-Приморской провинции. Среди них наиболее существенными являются следующие:

- 1) гидротермальные месторождения золота, связанные с ранними малыми интрузиями и самыми поздними гранитоидами;
- 2) пегматитовые, грейзеновые и кварцевые месторождения олова, вольфрама, ассоциирующие с кислыми гранитными породами;
- 3) гидротермальные, а также скарновые месторождения руд полиметаллов, меди, мышьяка (арсенопирита), молибдена, вольфрама и барита, сопутствующие интрузии умеренно кислых гранитоидов.

Магматические месторождения промышленного значения мезозойской эпохи неизвестны. Месторождения этой эпохи в основном представлены скоплениями металлов, характерных для ассоциации умеренно кислых интрузий. Среди них преимущественным распространением пользуются месторождения золота, полиметаллов, мышьяка, молибдена, вольфрама, олова.

Альпийская металлогеническая эпоха проявлена месторождениями Дальнего Северо-Востока, восточной части Забайкальско-Приморской провинции, Кавказа, Карпат, Копет-Дага. Для нее не отмечается отчетливой и повсеместно выдержанной эволюции в ходе образования изверженных пород и связанных с ними эндогенных месторождений.

Характерны местные провинциальные схемы последовательности внедрения магматических комплексов преимущественно гранитных пород. Интрузии габбрового и особенно перидотитового состава не характерны, хотя местами они проявляются

(Севано-Курдистанская зона Кавказа). Крупные интрузии кислых пород разнообразны, незакономерны и часто не завершаются, а перемежаются с малыми интрузиями.

Наиболее характерны для этой эпохи разнообразные гидротермальные месторождения, известны скарновые месторождения железных и полиметаллических руд. Не типичны и очень редки магматические и грязеновые образования. Шире других распространены месторождения меди, полиметаллов, вольфрама, молибдена, олова и ртути; местами значительны месторождения железа, сурьмы, мышьяка, кобальта и золота.

Платформенные эпохи эндогенного рудообразования проявлялись на допалеозойских платформах в герцинское и мезозойское время. Вне зависимости от времени их действия магматизм и оруденение платформенного периода необычайно схожи и достаточно специфичны. В этих условиях формируются три комплекса изверженных пород перidotитового, габбрового и щелочного состава, контролируемых, как правило, крупными разломами. С разновидностью перidotитовых пород, с кимберлитами, связаны магматические месторождения алмазов. С габброндами (траппами) ассоциированы магматические месторождения сульфидных медно-никелевых руд, а также постмагматические месторождения железных руд. С комплексом щелочных пород связаны особенно своеобразные карбонатиты и альбититы со скоплениями минералов тантала, ниobia, а также гидротермальные месторождения преимущественно золота.

По поводу только что приведенной краткой характеристики металлогенических эпох, распространенных применительно к территории СССР, необходимо сделать следующие замечания.

Во-первых, здесь дана сводная характеристика основных металлогенических эпох для площади Советского Союза в целом; естественно она будет существенно отличаться для отдельных рудных провинций нашей страны.

Во-вторых, расширение площади металлогенического анализа до размеров Евразии, тем более до пределов всей земной поверхности, несомненно заставит уточнить многие положения, высказанные по поводу специфических черт оруденения металлогенических эпох, проявленных на территории Советского Союза.

В-третьих, характеристика металлогенических эпох произведена с учетом данных о рудных месторождениях, выявленных к настоящему времени; открытие новых месторождений потребует уточнения наших представлений о металлогении территории СССР.

Об эволюции магматизма и рудообразования. При сохранении общей схемы эволюции магматизма и рудообразования в истории каждой эпохи наблюдаются специфические отклонения, позволяющие судить о различной интенсивности развития комплексов изверженных пород, возникающих на последова-

тельных стадиях геологического цикла от древних к молодым металлогеническим эпохам (рис. 24). Это в свою очередь приводит к различной интенсивности развития генетических типов

Геологические циклы		Протерозойско-синийский	Каледонский	Герцинский	Киммерий-ский	Альпийский
Комплексы изверженных пород						
Ранняя стадия	Перидотитовые	-----	-----	-----	-----	-----
	Габбропироксенито-бунзитовые	-----	-----	-----	-----	-----
	Плагиогранит-плагиосциенитовые	-----	-----	-----	-----	-----
Средняя стадия	Гранодиоритовые	-----	-----	-----	-----	-----
	Аляскитовые	-----	-----	-----	-----	-----
Поздняя стадия	Малые интрузии	-----	-----	-----	-----	-----

Рис. 24. Интенсивность развития комплексов изверженных пород по стадиям геосинклинального цикла и металлогеническим эпохам

Геологические циклы		Протерозойско-синийский	Каледонский	Герцинский	Киммерий-ский	Альпийский
Генетические типы месторождений						
Mагматические - хромитовые	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Магматические титано-магнетитовые	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Скарновые желееза и меди	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Скарновые цветных и редких металлов	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Легматиты (рудномасные)	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Грейзенокварцевые	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Гидротермальные	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Рис. 25. Интенсивность развития генетических типов эндогенных рудных месторождений для разных металлогенических эпох

эндогенных месторождений для разных металлогенических эпох (рис. 25). Совокупное рассмотрение того и другого позволяет судить о тенденциях в эволюции магматизма и магматогенного рудообразования от древнейших до наиболее молодых этапов развития земной коры. При этом выясняется, что перидотитовые

интрузии ранней стадии слабо проявлены во всех циклах, кроме герцинского, и то лишь в Уральской геосинклинали. Интрузии габбро-пироксенито-дунитового состава и их производные плагиогранитные породы развивались в нарастающих размерах от протерозойского цикла до герцинского, а затем достаточно резко сократились. Комплекс умеренно кислых гранитоидов более или менее устойчив для всех эпох. Аляскитовые граниты равномерно формировались от древнейших эпох до киммерийской, но заметно уменьшились в объеме в альпийском цикле. Наконец, малые интрузии завершающей стадии развития проявились в отчетливой форме лишь с герцинского периода и доминировали в альпийскую эпоху.

Неравномерность в развитии магматических комплексов привела к неравномерности и в интенсивности формирования различных генетических классов рудных месторождений. Промышленные магматические хромитовые месторождения перидотитовых магм отмечаются только для герцинской эпохи. Магматические месторождения титано-магнетитов и скарновые месторождения руд железа и меди формировались в нарастающих размерах от протерозойской до герцинской эпохи включительно. Пегматитовые и грязено-кварцевые месторождения относятся к наиболее древним, но до герцинской эпохи среди них отмечались преимущественно группы керамического и слюдоносного сырья и лишь в герцинскую и киммерийскую эпохи с ними связывались месторождения редких металлов. Гидротермальные и скарновые месторождения цветных, редких и благородных металлов отсутствуют в архее, в слабой форме проявлены в протерозойскую, синийскую и каледонскую эпохи, бурно формировались в герцинскую эпоху и продолжали занимать доминирующее положение в киммерийскую и альпийскую эпохи.

Общая тенденция в эволюции магматизма и рудообразования от древнейших эпох к молодым сводится к следующему. От протерозойской эпохи до герцинской включительно отчетливо проявлялись интрузии и эндогенные месторождения ранней стадии геосинклинальных циклов, в значительной мере погасшие в последующие эпохи. От герцинской до альпийской эпохи нарастила роль малых интрузий и ассоциированных с ними постмагматических месторождений поздней стадии геосинклинальных циклов.

Таким образом, герцинская эпоха оказалась переломной в общей истории магматизма и рудонакопления; она выделяется широким развитием всех комплексов изверженных пород и разнообразных генетических групп эндогенных месторождений. В составе изверженных пород и минеральных образований предшествующих эпох заметную роль играют ультраосновные и основные породы и месторождения ранних стадий геологических циклов. Среди изверженных пород и минеральных масс последующих эпох резко преобладают гранитоидные породы и свя-

занные с ними месторождения. Это, возможно, связано с тем, что геосинклинали разрабатывались в ранних циклах на еще сравнительно тонкой сиалической оболочке, покрывающей базальтовую постель, а позднее, по мере накопления осадков, мощность этой оболочки возросла и преградила доступ значительных масс ультраосновных и основных пород даже в прогибающееся ложе геосинклиналей. Конечно, приведенное представление об эволюции магматизма и рудообразования является обобщенным для территорий Советского Союза в целом; для отдельных геосинклиналей имеются существенные отклонения от него.

О наследованности в рудообразовании. Для всех рудных провинций нашей страны характерно наличие комплекса месторождений определенных металлов, придающих специфическую металлогеническую окраску каждой провинции. Такие металлы, наиболее широко распространенные и обладающие значительной концентрацией в месторождениях данной провинции, могут быть названы типоморфными. Нам пока еще до конца неизвестны причины такой металлогенической специализации отдельных провинций, но с ними приходится считаться.

Некоторые геологи, занимающиеся изучением эндогенных месторождений в разных районах нашей страны, обращали внимание на повторяемость месторождений одних и тех же, особенно типоморфных, металлов от более древних к более молодым эпохам рудообразования. Это обстоятельство, например, отмечали Д. И. Щербаков (1946) для Кавказа, Н. А. Беляевский (1951) для Дальнего Востока, Е. Д. Карпова (1960) для Средней Азии. Рассмотрение материалов по металлогении СССР показывает, что указанная закономерность наследованного развития месторождений типоморфных металлов имеет более широкое и общее значение. Она особенно отчетливо проявляется на территориях с молодым оруденением киммерийской и альпийской эпох, наложенных на площади распространения месторождений более древних эпох. Так, например, для Кавказа типоморфными являются месторождения меди, молибдена и отчасти полиметаллов. Здесь известны медные месторождения каледонской эпохи (Западный Кавказ), герцинской эпохи (Центральный Кавказ), киммерийской эпохи (Алаверды, Зангезур) и альпийской эпохи (Малый Кавказ). Молибденовые месторождения также принадлежат каледонской (Блыбь), герцинской (Белягидон и др.), киммерийской (Тырны-Ауз), альпийской (Паргачай) эпохам. На Кавказе известны герцинские свинцово-цинковые месторождения (Эльбрус, Тызыл) и им подобные более молодые мезозойско-кайнозойские образования (Садонская группа), а также третичные Закавказья.

В Забайкальско-Приморской металлогенической провинции к типоморфным относятся месторождения олова. В пределах этой провинции обнаружены оловянные месторождения допалеозойского, отчасти, нижнепалеозойского времени. В ореоле

Вознесенских гранитов выявлены оловянные месторождения герцинской эпохи. Широко распространены месторождения олова, принадлежащие киммерийской эпохе (Восточное Забайкалье), а также альпийской металлогенической эпохе (Микояновское, Солнечное, группа Сихотэ-Алиня).

На Дальнем Северо-Востоке к типоморфным принадлежат месторождения золота и олова. Главная масса золотых месторождений этой провинции связана с комплексом малых интрузий верхнеюрского возраста. В дальнейшем месторождения золота встречаются среди группы месторождений, ассоциирующих с лейкократовыми гранитами колымского комплекса верхней юры, с гранодиоритами охотского комплекса мелового возраста и с молодыми альпийскими гранитами омсукчанского комплекса. Для этой же провинции хорошо известны две крупные эпохи мощного оловянного оруденения: верхнеюрская грейзеново-кассiterитовая и верхнемеловая — третичная, представленная месторождениями силикатно-кассiterитовой формации.

Подобного рода наследованность состава месторождений подтверждается и в более древних металлогенических провинциях. Примером может служить Урал, для которого наиболее типоморфны месторождения железа. Концентрации железа буквально переполняют все процессы рудообразования на Урале. Здесь известны крупные месторождения древних допалеозойских или нижнепалеозойских ильменито-магнетитов (Кусинское и др.). На ранних стадиях герцинского цикла железо связывалось в хромитах гипербазитов (Донское, Сарановское и др.) и титано-магнетитах базитовых интрузий (Качканар и др.). Позднее в верхнем силуре — нижнем девоне в связи с интрузией плагиогранитов и сиенитов формировались скарновые месторождения с магнетитовой рудой (Магнитная, Высокая, Благодать, Кустанайская группа и др.). Замечательно, что такая насыщенность эндогенного рудообразования железом на Урале соответствует обилию осадочных месторождений этого металла, известных буквально во всех частях его сводного стратиграфического разреза от древнейших допалеозойских комплексов до палеогена включительно.

Обнаруживается, что при повторении геологических условий рудообразования в той или иной провинции повторяются не только месторождения типоморфных металлов, но и их типы. Примерами могут служить сходные протерозойские и герцинские месторождения титано-магнетитов Урала, каледонские, герцинские и мезозойские месторождения колчеданных медных руд Кавказа, жильные палеозойские и мезозойские полиметаллические месторождения этой же провинции, месторождения прожилково-вкрапленных медно-молибденовых руд каледонской эпохи (Бощекуль) и герцинской эпохи (Коунград) в Казахстане и т. п. В этих случаях можно говорить о наследовании не только металлического состава, но и классов месторождений типоморф-

ных металлов. В случае перемены геологической обстановки создаются различные классы этих месторождений, что бывает чаще. Так, например, среди месторождений молибденовых руд Кавказа известны кварцевые жилы с молибденитом, гидротермально измененные малые интрузии кислых пород со скоплениями этого минерала, прожилково-вкрапленные медно-молибденовые образования и молибеноносные скарны.

Повторяемость металлического состава эндогенных месторождений в большинстве случаев нельзя ставить в зависимость от переотложения рудного вещества древних месторождений в процессе формирования последующих молодых месторождений, как это представляется Г. Шнейдерхену (1958). Этому противоречит несоответствие масштабов ранних, обычно менее значительных, и поздних, как правило, более крупных месторождений. Кроме того, исследования изотопного состава элементов, входящих в минералы месторождений разных металлогенических эпох, например изотопов свинца, исключает такое заимствование и переотложение рудного вещества. Но в отдельных случаях может происходить такое переотложение, обусловленное захватом вещества месторождений древних эпох и его регенерированием в рудопроявления последующих эпох.

О ГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Раздел первый. Альпийские провинции	13
Глава первая. Дальний Северо-Восток	13
Глава вторая. Кавказ	25
Глава третья. Прочие альпийские провинции	52
Раздел второй. Киммерийские (мезозойские) провинции	56
Глава четвертая. Восточное Забайкалье и Дальний Восток	56
Раздел третий. Герцинские провинции	71
Глава пятая. Урал	71
Глава шестая. Казахстан	88
Глава седьмая. Средняя Азия	100
Глава восьмая. Прочие герцинские провинции	111
Раздел четвертый. Каледонские провинции	114
Глава девятая. Алтае-Саянская складчатая область	114
Раздел пятый. Протерозойские и синийские провинции	124
Глава десятая. Южная часть Сибирской платформы	124
Глава одиннадцатая. Балтийский щит	132
Глава двенадцатая. Украинский щит	139
Заключение	143

Владимир Иванович Смирнов

ОЧЕРКИ МЕТАЛЛОГЕНИИ

Редактор Н. И. Бабинцев

Технический редактор В. В. Быкова

Корректор Н. А. Громова

Сдано в набор 6/II-1963 г.
Формат бумаги 60×90^{1/16}. Бум. л. 5,25.
T-00485 Тираж 3000

Подписано к печати 5/III-1963 г.
Печ. л. 10,25+0,25 вкл. Уч.-изд. л. 10,85.
Зак. 992 Цена 86 коп.

Картфабрика Госгеолтехиздата
Ленинград, В-26, 19 линия, дом 20.

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
30	1 сверху	Аджаро-Триалетской зоны Азербайджана	Аджаро-Триалетской зоны и Азербайджана
36	14 сверху	зон каледонского	зон от каледонского
68	18 сверху	грейзенов кварцево- полевошпатовых	грейзенов и кварцево- полевошпатовых
103	5 сверху	касситеритом тантало- ниобатами	касситеритом и тантало- ниобатами
104	23 снизу	Минбуку, Кассан, Терек	Кассан, Терек
118	1-5 снизу	Таконский комплекс относится к средней стадии (этапу)	

Зак. 362/992

86 коп.

18485