

Эндогенная серия

Скарновая группа

Наиболее сложная и противоречивая группа, так как определенной генетической связи руд и скарнов либо, не существует, либо она отдалённая парагенетическая.

Скарны – породы известково-силикатного состава, образовавшиеся метасоматическим путём, в приконтактной области интрузивов среди карбонатных, реже силикатных пород.

Экзоскарны – располагаются за пределами интрузии.

Эндоскарны – располагаются внутри интрузий.

Форма рудных тел – пластообразные залежи, жилы, трубы, гнезда, тела неправильной формы, комбинированные залежи.

Региональное геологическое положение МПИ:

1. Складчатые области средней и поздней стадии развития:

- плагиогранит-сиенитовая формация (Fe, Cu, Co);
- гранодиоритовая формация (Sn);
- формация малых интрузий лейкократовых гранитов (W, Mo, Pb, Zn).

2. Активизированные участки платформ (редко).

**По составу исходных пород скарны
разделяются:**

- 1. Известковые скарны** – образуются по известнякам. Состав гранаты гроссуляр-андрадит и пироксены диопсид-геденбергит.
- 2. Магнезиальные скарны** – образуются по доломитам. Типоморфные минералы: флогопит, хризотил-асбест, оливин, диопсид, шпинель.
- 3. Силикатные скарны (редкие)** – образуются по алюмосиликатным породам (гранитоиды, туфы, аркозовые песчаники, алевролиты). Типоморфный минерал - скаполит.

Обобщенная модель скарновой зональной залежи

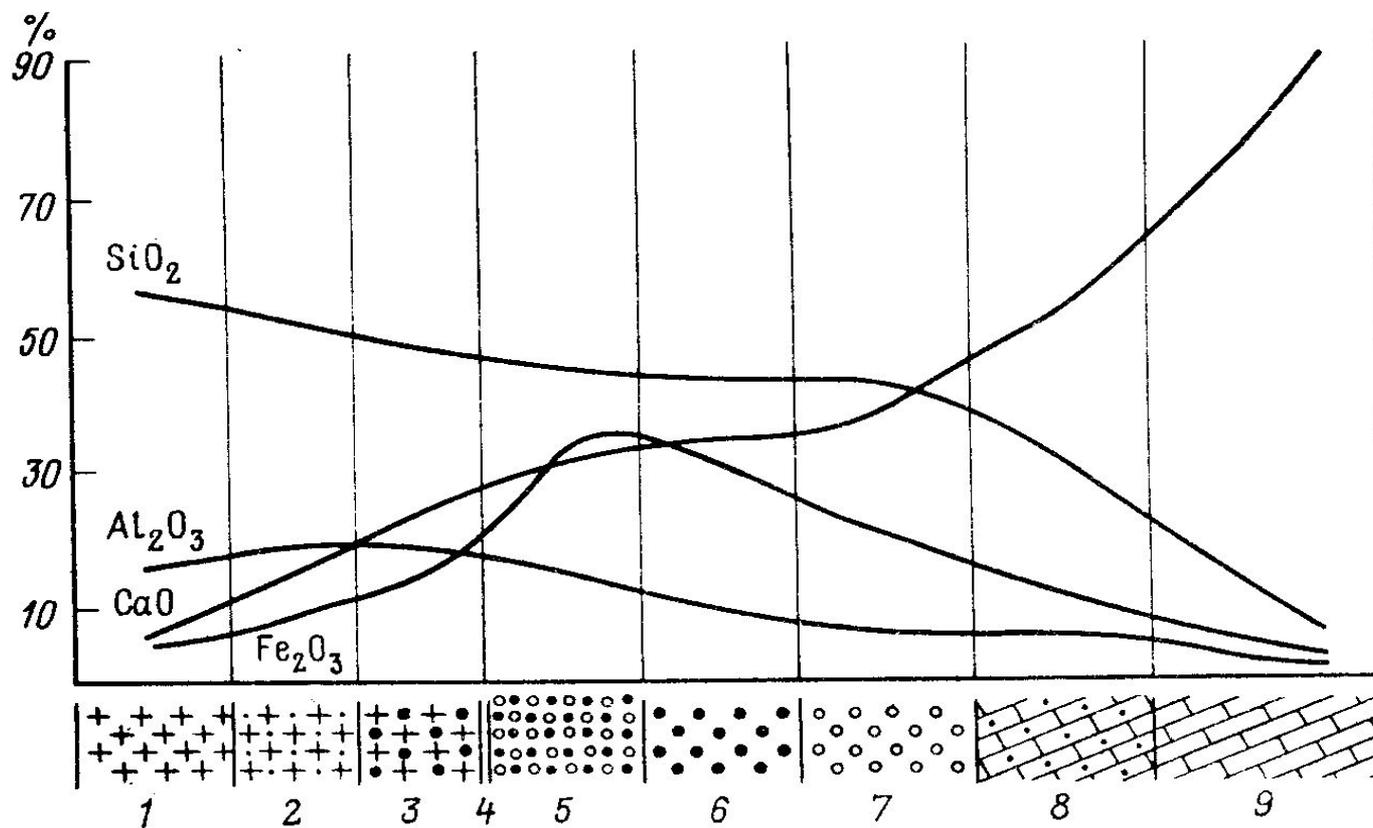


Рис. 47. Стандартная зональность скарнов и кривые изменения их химического состава:

1 — гранит; 2 — осветленный гранит; 3 — околоскарновая порода — эндоскарн; 4 — контакт гранитов и известняков; 5—7 — экзоскарн: 5 — пироксен-гранатовый, 6 — преимущественно гранатовый, 7 — преимущественно пироксеновый; 8 — мраморизованный известняк; 9 — известняк

Варианты систематики классов скарновой группы

- 1. По составу замещаемых пород:** известковые, магнезиальные, силикатные.
- 2. По стадиям скарнового процесса:** 1) простые ранних стадий (Fe, W), 2) сложные поздних стадий (полиметаллы- Pb,Zn).
- 3. По формациям магматических пород:** 1) плагиограниты, сиениты (Fe,Cu), 2) гранитные батолиты (W), 3) малые интрузии диоритового состава (Pb,Zn).
- 4. По положению относительно интрузивного контакта:** эндоскарны и экзоскарны.
- 5. По составу полезных ископаемых:** 1) железо, 2) вольфрам, 3) медь, 4) свинец-цинк, 5) молибден, 6) олово, 7) бор и другие.
- 6. По взаимоотношению руд и скарнов:** 1) интрузивный синскарновый, 2) интрузивный позднескарновый, 3) интрузивный постскарновый, 4) эффузивный постскарновый

1. Интрузивный синскарновый класс - полезные ископаемые образовались одновременно со скарнами (флогопит, хризотил-асбест, офикальцит, бор, железорудные).

2. Интрузивный позднескарновый класс - оруденение замещает скарны и сформировалось в конце скарнового процесса (магнетитовые, халькопиритовые руды).

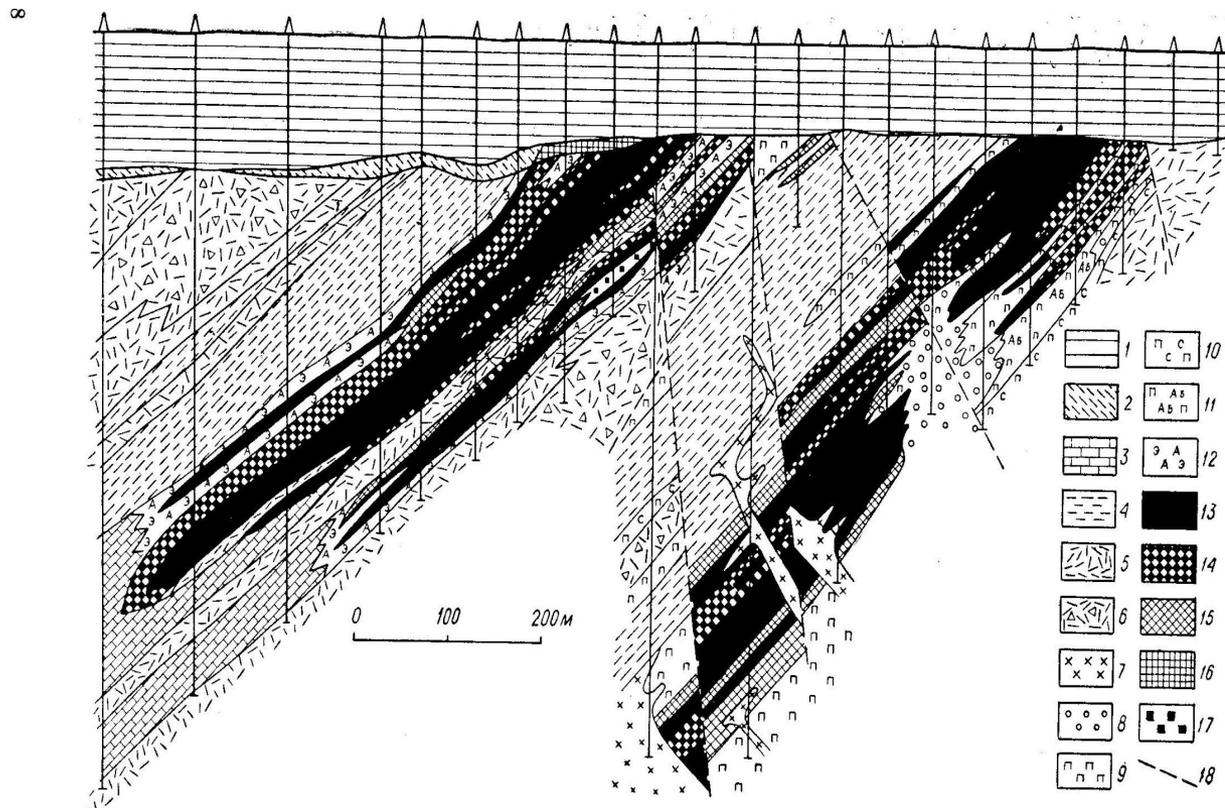


Рис. 49. Геологический разрез Сарбайского месторождения. По Г. С. Поротову.
 1 - мезозойско-кайнозойские отложения нерасчлененные; 2 - древняя кора выветривания; 3 - известняки; 4 - туффиты; 5 - вулканические туфы; 6 - вулканические брекчии; 7 - диориты; 8 - гранатые скарны; 9 - пироксеновые скарны; 10 - пироксен-скаполитовые породы; 11 - пироксен-альбитовые породы; 12 - эпидот-актинолитовые породы; 13 - сплошные богатые магнетитовые руды; 14 - бедные вкрапленные магнетитовые руды; 15 - убогие вкрапленные магнетитовые руды; 16 - окисленные малахитовые руды; 17 - пиритовые руды; 18 - разрывные нарушения.

3. Интрузивный постскарновый класс – оруденение образовалось в гидротермальный этап скарнового процесса (вольфрамовые руды, полиметаллы).

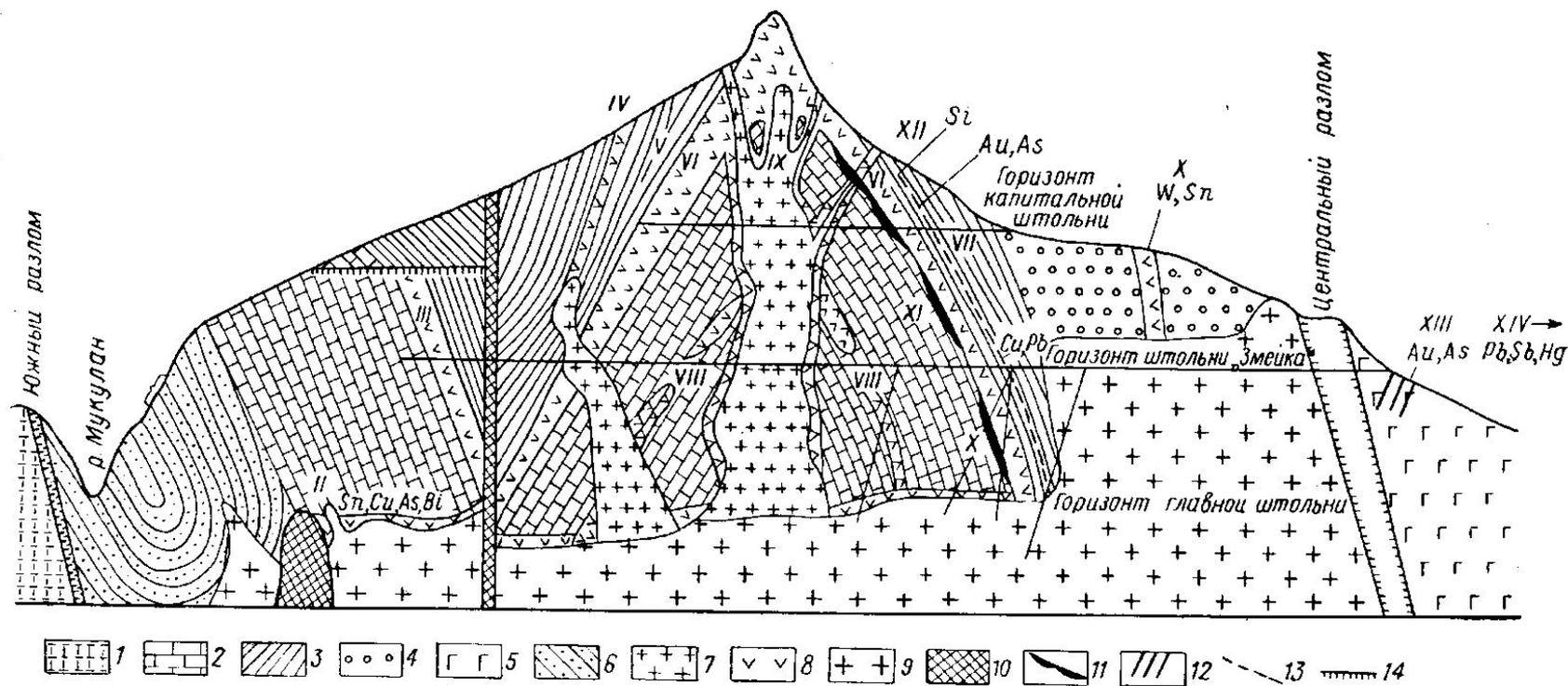


Рис. 76. Схематический геологический разрез рудного поля Тырынауз. По Н. А. Хрущеву.

1 — кристаллические сланцы, гнейсы, гранито-гнейсы и мигматиты древнего фундамента; 2 — мраморы D_2-C_1 ; 3 — биотитовые роговики D_2-C_1 ; 4 — амфиболовые роговики и тронцъемиты; 5 — зеленокаменные породы тырынаузской свиты C_2 ; 6 — песчаники и сланцы мукуланской свиты нижнего лейаса; 7 — лейнократовые гранитоиды; 8 — рудные гранат-пироксеновые скарны; 9 — альджуртинские граниты; 10 — липариты; 11 — гранат-андалузитовое, 12 — Маломукуланское оловорудное, 13 — мукуланский скарн, 14 — южный скарн, 15 — южные рудные роговики, 16 — главный рудный скарн, 17 — северные рудные роговики, 18 — нижние залежи, 19 — рудные лейнократовые гранитоиды, 20 — северный скарн и золотом на горизонте капитальной штольни и кварц-карбонатного состава с галенитом и халькопиритом на поверхности, с арсенопиритом и арсенопирит-золоторудные жилы, 21 — свинцово-сурьмяные месторождения и рудопроявления киновари, расположенные далее к северо-западу, вне разреза.

4. Эффузивный постскарновый класс - МПИ располагаются в трубках взрыва (магномагнетитовые руды).

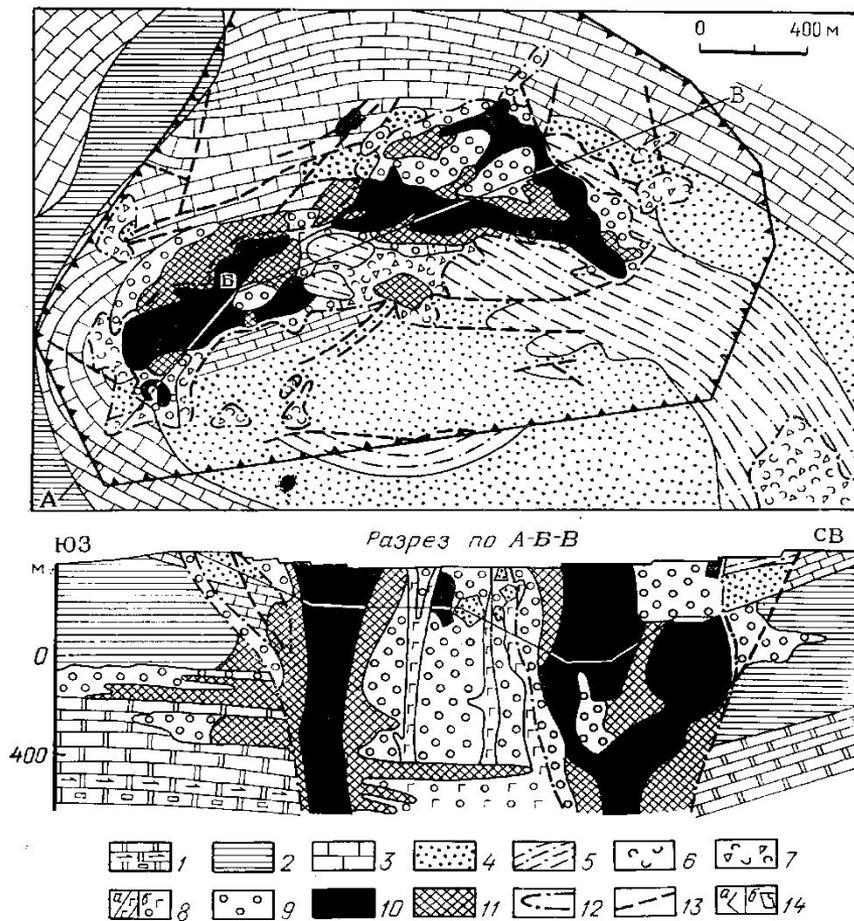


Рис. 5. Геологический план и разрез Коршунковского месторождения. По Б. Фицеву и Б. Юрченко.

1 — доломиты, ангидриты, каменная соль кембрия; 2 — аргиллиты, мергели, песчаники нижнего ордовика; 3 — известняки нижнего ордовика; 4 — песчаники верхнего ордовика; 5 — породы и руды верхней перми — триаса; 6 — аргиллиты, алевролиты, 6 — туфы и агломераты, 7 — туфы с блоками осадочных пород, 8 — габбро-долериты, долеритовые порфиры (а), то же, скарнированные (б), 9 — скарны и метасоматиты; руды магнетитовые с содержанием железа; 10 — более 25%, 11 — 15–25%; 12 — эруптивный контакт; 13 — дизъюнктивные нарушения; 14 — карьер на плане (а) и в разрезе (б)

Гипотезы образования скарнов и скарновых МПИ

1. Инфильтрационно-диффузионная Д.С. Коржинского

1.1. Концепция биметасоматоза 1948 г. На разогретом контакте интрузивных силикатных пород и известняков возникает неравновесная химическая система. Начинается встречно-диффузионный отток элементов из областей их повышенных концентраций.

1.2. Инфильтрационно-диффузионная концепция 1959 г.

МПИ формируются в зоне границы силикатных и карбонатных пород в связи с циркуляцией горячих растворов, обогащённых химическими соединениями, выносимыми из глубинных магматических очагов, так и заимствованными из пород на путях движения этих растворов. В точке входа в систему преобладали привносимые соединения. Далее их роль сокращается и процесс осуществляется за счет встречной диффузии элементов из силикатных и карбонатных пород.

2. Стадийная гипотеза П.П. Пилипенко

Вещество скарнов и руд привносится извне специфическими растворами. При снижении температуры состав привносимых веществ менялся, обуславливая минеральную зональность. Доминировали метасоматические процессы, протекавшие в шесть стадий.

1. *Кремневая стадия* – высокая температура, привнос кремния приводил к образованию диопсидовых пород (светлые роговики).
2. *Алюмосиликатная стадия* – привнос кремния и алюминия завершался формированием железистых гранатов и пироксенов.
3. *Галоидная стадия* – поступление хлора и появление скаполита.
4. *Железная стадия* – привнос железа и выделение его в форме закисных и окисных соединений. Накапливались магнетит, гематит, железистые алюмосиликаты (пироксены, гранаты).

Формируются безводные скарны.

5. *Флюидно-водная стадия* – поступали H_2O , CO_2 и возникали скарны из роговой обманки и эпидота с примесью шеелита, кальцита.
6. *Сульфидная стадия* – при низких температурах и постоянном привносе H_2O , H_2S и металлов образовывались сульфиды и сульфосоли.

3. Современная трехстадийная гипотеза

- 1. Контактный изохимический метаморфизм** протекает при температуре $900-600^{\circ}\text{C}$ и сопровождается внедрением магмы. Образуются мраморы и диопсидовые роговики бедные железом.
- 2. Ранняя скарновая стадия** проявляется спорадически при температурах $650-400^{\circ}\text{C}$ и сопровождается образованием безводных тёмных эндо- и экзоскарнов, состоящих из пироксенов, гранатов, скаполита, магнетита, гематита. Формируются синскарновые и позднескарновые МПИ.
- 3. Поздняя флюидно-водная стадия** протекает с участием H_2O , CO_2 , H_2 , H_2S , хлоритов и комплексных соединений металлов при температурах $450-300^{\circ}\text{C}$. Образуются роговая обманка, кальцит, сульфиды и сульфосоли. Формируются постскарновые МПИ.

Спасибо за внимание