

Эндогенная серия

Гидротермальная группа

Гидротермальные месторождения представляют собой промышленные минеральные скопления, созданные циркулирующими под поверхностью Земли, горячими, обогащёнными полезными компонентами газово-жидкими растворами.

Региональное геологическое положение МПИ:

1. Складчатые области средней и поздней стадии развития:

- андезито-дацитовая формация;
- гранодиоритовая формация;
- формация малых интрузий гранитоидов.

2. Реже на докембрийских платформах:

- в осадочном чехле платформ с карбонатными и пестроцветными формациями;
- в кристаллическом фундаменте платформ.

Строение гидротермальных месторождений

1. МПИ связаны с plutонами гранодиоритов, либо дайками гранитов. В первом случае густая сеть жил формирует штокверк, как в интрузии, так и во вмещающих породах. Во втором случае образуется система лестничных жил.

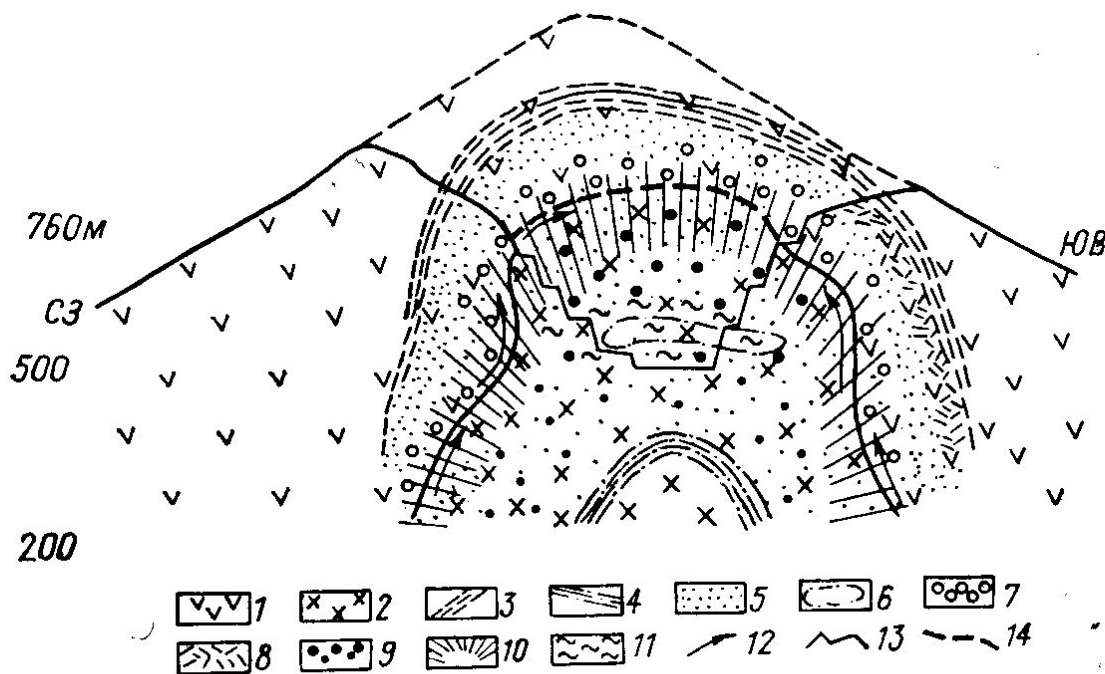


Рис. 80. Схематический геологический разрез месторождения Коунрад (вертикальный масштаб разреза увеличен против горизонтального). По И. М. Юдину.

1 — липаритовые порфиры; 2 — гранодиорит-порфиры; метасоматические породы: 3 — пропилиты и пропилитизированные, 4 — аргиллизированные, 5 — кварц-серицитовые, 6 — кварц-каолиновые, 7 — кварц-андалузитовые, 8 — диаспор-пирофилитовые; области преимущественного проявления первичного оруденения: 9 — медного (разной интенсивности), 10 — молибдено-мышьякового, 11 — галенито-сфалеритового; 12 — основное направление движения гидротермальных растворов; 13 — современная поверхность месторождения с карьером; 14 — предполагаемый контур штока гранодиорит-порфиров и горы Северный Коунрад до начала эрозии рудного тела.

2. МПИ связаны с наземными вулканами. Рудные тела располагаются как в жерле вулкана, так и на склонах и имеют форму штокверков, жил, линз.

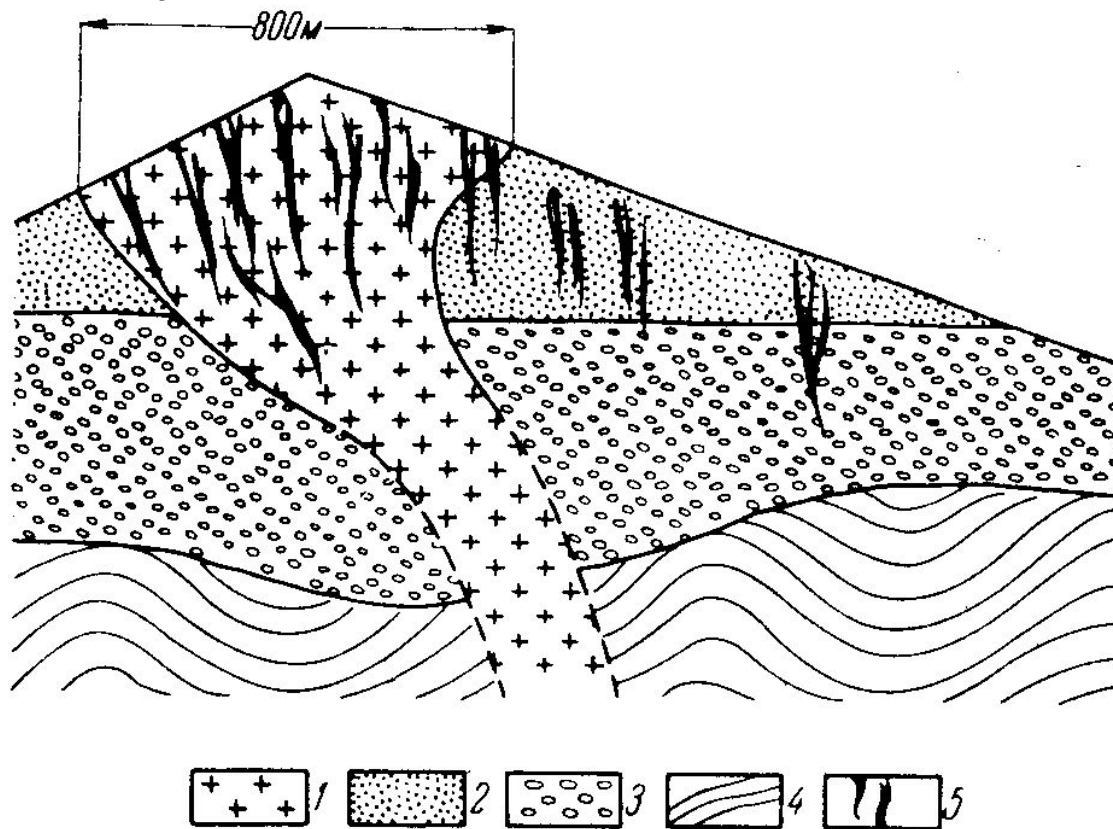


Рис. 163. Схематический разрез месторождения Потози в Боливии. По Эвансу

1 — шток кварцевого порфира; 2 — третичные песчаники и туфы; 3 — третичные конгломераты; 4 — силурийские сланцы и кварциты; 5 — рудные жилы

3. МПИ не имеют видимой связи с магматическими породами и вулканами. Рудные тела эпигенетичные по отношению к вмещающим породам в форме жил, пластообразных залежей.

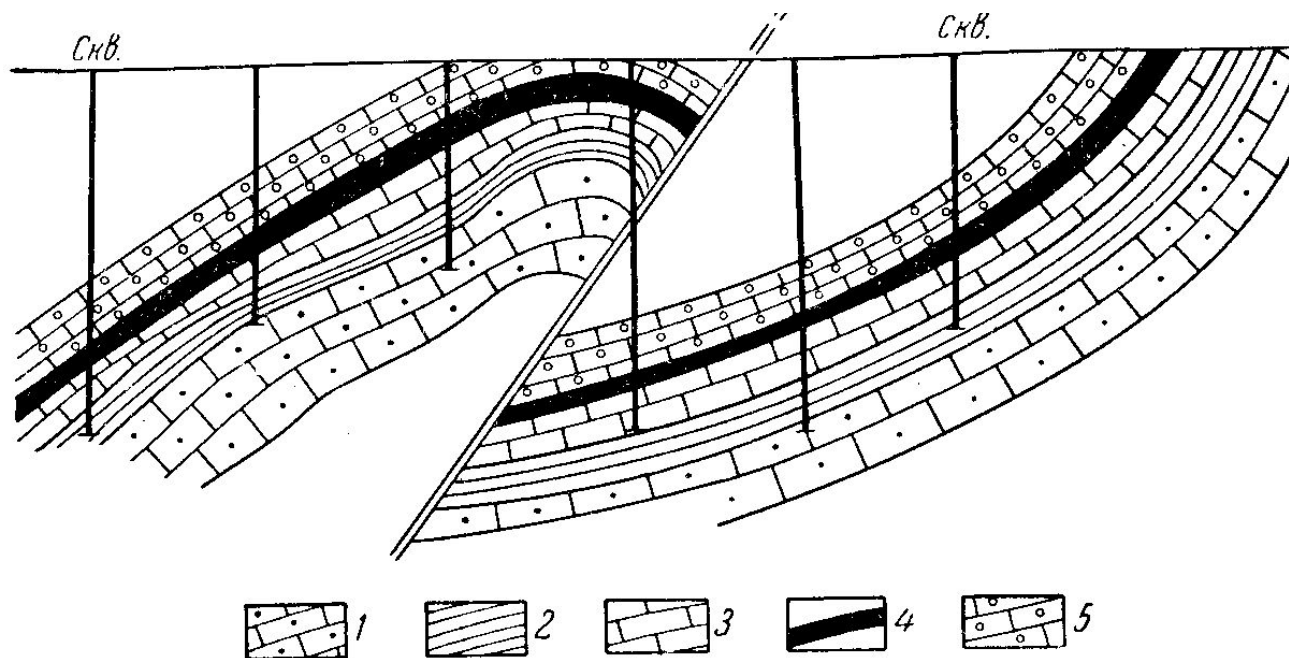


Рис. 157. Поперечный разрез телетермального месторождения свинцово-цинковых руд хр. Каратау в Казахстане

1 — известняки нижнего комковатого горизонта; 2 — известняки нижнего ленточного горизонта; 3 — известняки ячеистого горизонта; 4 — руда в известняках второго ленточного горизонта; 5 — известняки среднего комковатого горизонта

Гидротермальные изменения вмещающих пород

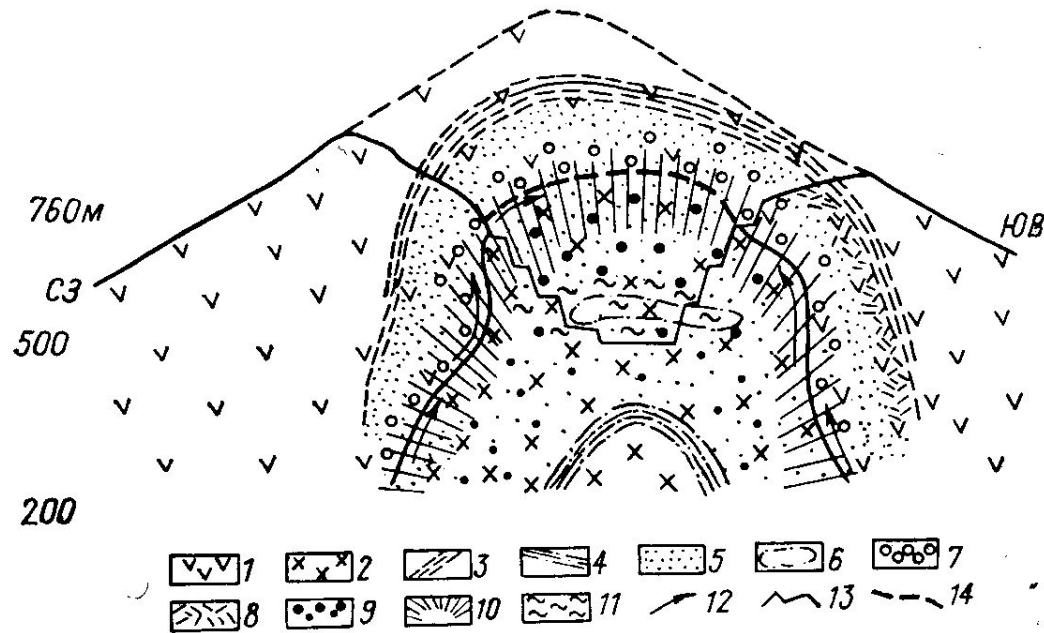


Рис. 80. Схематический геологический разрез месторождения Коунрад (в масштабе разреза увеличен против горизонтального). По И. М. Юдину.

1 — липаритовые порфиры; 2 — гранодиорит-порфиры; метасоматические породы: 3 — пропилиты и пропилитизированные, 4 — аргиллизированные, 5 — кварц-серицитовые, 6 — кварц-каолиновые, 7 — кварц-андалузитовые, 8 — диаспор-пирофилитовые; области преимущественного проявления первичного оруденения: 9 — медного (разной интенсивности), 10 — молибдено-мышьякового, 11 — галенито-сфалеритового; 12 — основное направление движения гидротермальных растворов; 13 — современный контур поверхности месторождения с карьером; 14 — предполагаемый контур штока гранодиорит-порфиров и горы Северный Коунрад до начала эрозии рудного тела.

Классификация гидротермальных месторождений

- В. Лингрен (1907 г.)** – по температурам и глубине образования три класса: 1) гипотермальный - большие глубины, высокие давления и $500-300^{\circ}\text{C}$;
- 2) мезотермальный – средние параметры и $300-200^{\circ}\text{C}$;
- 3) эпитеpmальный – небольшие глубины и $200-50^{\circ}\text{C}$;

П.М. Татаринов, И.Г. Магакьян выделили два класса:

- 1) умеренных и больших глубин (более 1 км);
- 2) Малых глубин и приповерхностных (менее 1 км).

Каждый класс разделён на три подкласса: высокотемпературный (больше 300°C), среднетемпературный ($300-200^{\circ}\text{C}$), низкотемпературный (меньше 200°C);

В.И. Смирнов на основе четырех признаков: 1) связь с магматическими формациями, 2) состав руд, 3) физико-химические условия образования, 4) геолого-геохимические параметры выделил три класса: плутоногенный, вулканогенный, амагматогенный.

В.И. Старостин, П.А. Игнатов с учетом экспериментальных данных и теоретических расчетов предлагают классы: 1) плутоногенный гранитоидный 2) вулканогенный андезитовидный, 3) вулканогенный базальтоидный.

1. Плутоногенный класс

1.1. Подкласс кварцевого парагенезиса: кварц-халькопиритовая, кварц-пирит-золоторудная, кварц-золоторудная формации

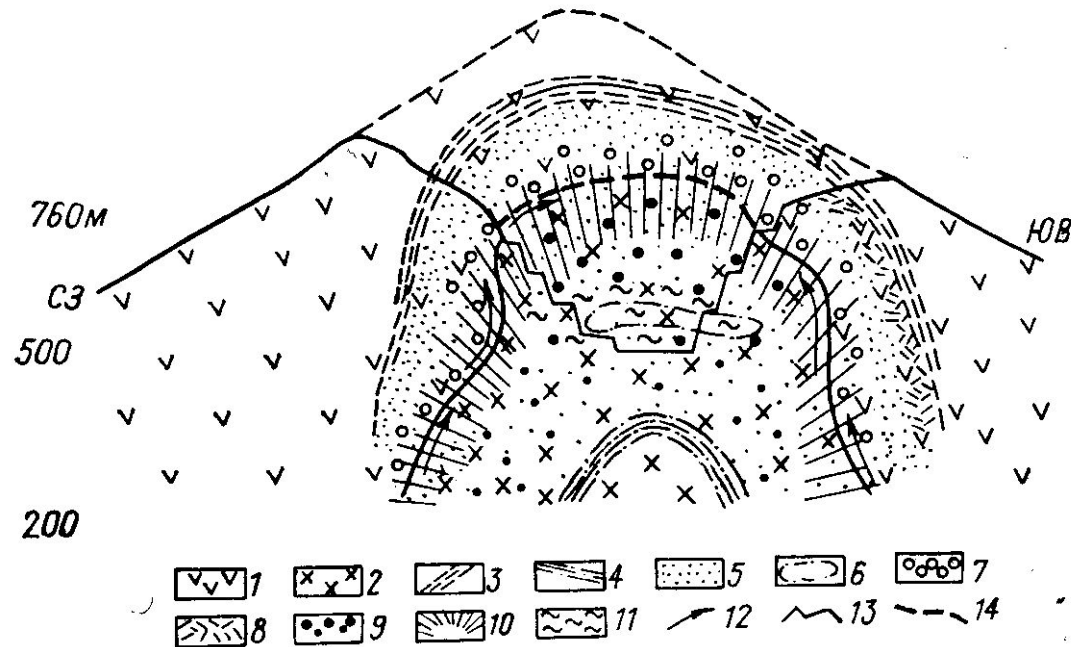


Рис. 80. Схематический геологический разрез месторождения Коунрад (вертикальный масштаб разреза увеличен против горизонтального). По И. М. Юдину.

1 — липаритовые порфиры; 2 — гранодиорит-порфиры; метасоматические породы: 3 — пропилиты и пропилитизированные, 4 — аргиллизированные, 5 — кварц-серицитовые, 6 — кварц-каолиновые, 7 — кварц-андалузитовые, 8 — диаспор-пирофилитовые; области преимущественного проявления первичного оруденения: 9 — медного (разной интенсивности), 10 — молибдено-мышьякового, 11 — галенито-сфалеритового; 12 — основное направление движения гидротермальных растворов; 13 — современный контур поверхности месторождения с карьером; 14 — предполагаемый контур штока гранодиорит-порфиров и горы Северный Коунрад до начала эрозии рудного тела.

кварц-молибденитовая формация

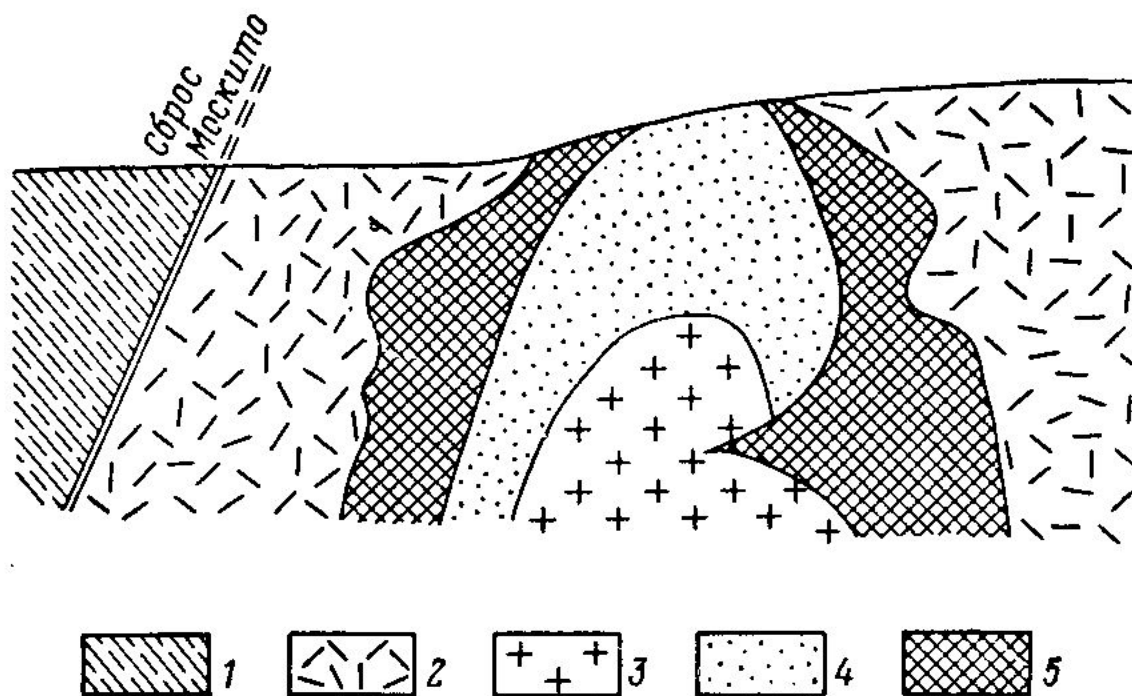


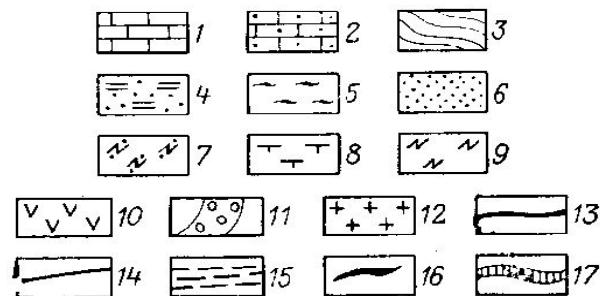
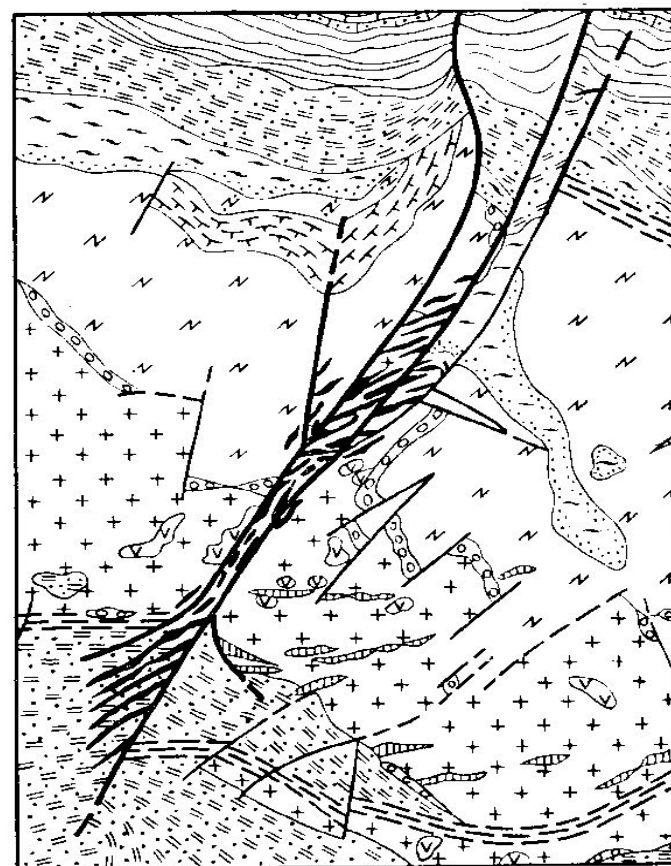
Рис. 150. Схематический геологический разрез месторождения Клаймакс. По Вандервильду

1 — осадочные породы карбона; 2 — граниты и гнейсы докембрия; 3 — третичные кварцевые монзонит-порфиры; 4 — безрудное кварцевое ядро; 5 — рудная зона

1.2 Подкласс сульфидного парагенезиса – галенит-сфалеритовая формация Садонское месторождение

Рис. 58. Схема геологического строения Садонского месторождения. По Э. Цириховой

1, 2—отложения келловей: 1—известняки, 2— известковые песчаники; 3— глинистые сланцы бата—байоса; 4—песчано-глинистые сланцы, алевриты, песчаники тоара и аалена; 5, 6—отложения домера: 5—глинистые сланцы, 6—песчаники; 7—9—отложения лейаса: 7—туфопесчаники, 8—агломераты, туфы, вулканическая брекчия, 9—порфириды дацитового и диабазового состава; 10—порфириды жильные; 11—базальные конгломераты лейаса; 12—граниты верхнего палеозоя; 13—Главный Садонский рудоносный разлом; 14—мелкие разломы; 15—зоны разломов общекавказского простириания; 16—жилы полиметаллические; 17—рудопоявления, приуроченные к системе субширотных трещинных структур



1.3. Подкласс карбонатного парагенезиса – сидеритовая (Бакальское), магнезитовая (Саткинское).

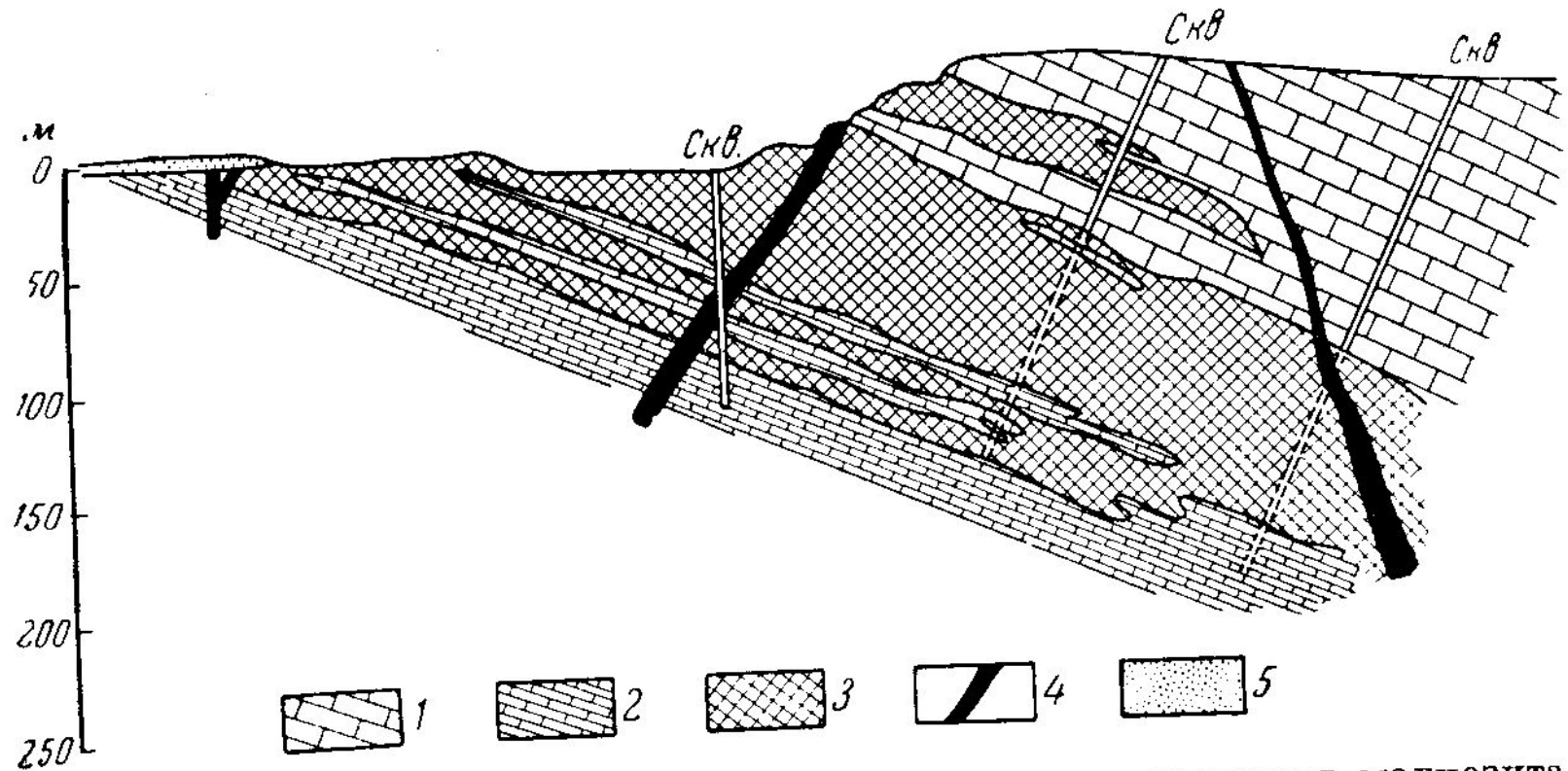


Рис. 155. Геологический разрез Саткинского месторождения магнезита.
По П. Татаринovu

1 — известняк; 2 — доломит; 3 — магнезит; 4 — дайки диабазы; 5 — современные отложения

2. Вулканогенный класс

Формирование МПИ связано с наземным вулканизмом. Концентрация вещества осуществляется из собственно гидротермальных растворов и в результате эксгаляций.

1.1. Эксгаляционный подкласс (из газовой фазы) – месторождения самородной серы.

1.2. Термальноводный подкласс – теплоэнергетическое сырье (термальные воды), бальнеологические воды.

1.3. Субвулканический подкласс.

**В складчатых
областях:**

- 1) С андезит-дацитовая формацией (характерна для Тихоокеанского пояса): касситеритовая, молибденит-флюорит-уранинитовая, полиметаллическая-золото-серебряная с селеном, теллуром, киноварная рудные формации.

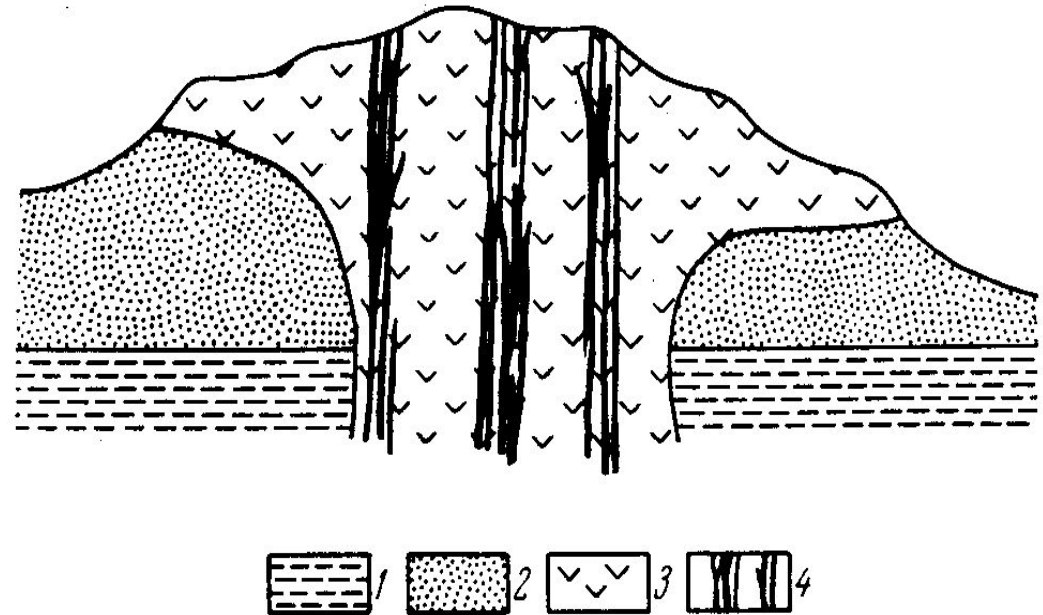


Рис. 161. Схематический геологический разрез золото-серебряного месторождения Нагьяг в Венгрии.
По Иккю

1 — филлиты; 2 — отложения миоцена; 3 — дацит; 4 — рудные жилы

2) С щелочной формацией (фонолит) –МПИ золота с селеном, теллуrom.

Месторождение Крипл Крик с системой радиально расходящихся жил, сложенных пиритом, марказитом, стибнитом, аргентитом в ассоциации с золотом, серебром и их теллуридами, реже селенидами, кварцем, халцедоном, адуляром, флюоритом и кальцитом.

На активизированных участках платформ:

3) С базальт-долеритовой формацией связаны МПИ самородной меди в эффузивах, исландского шпата.

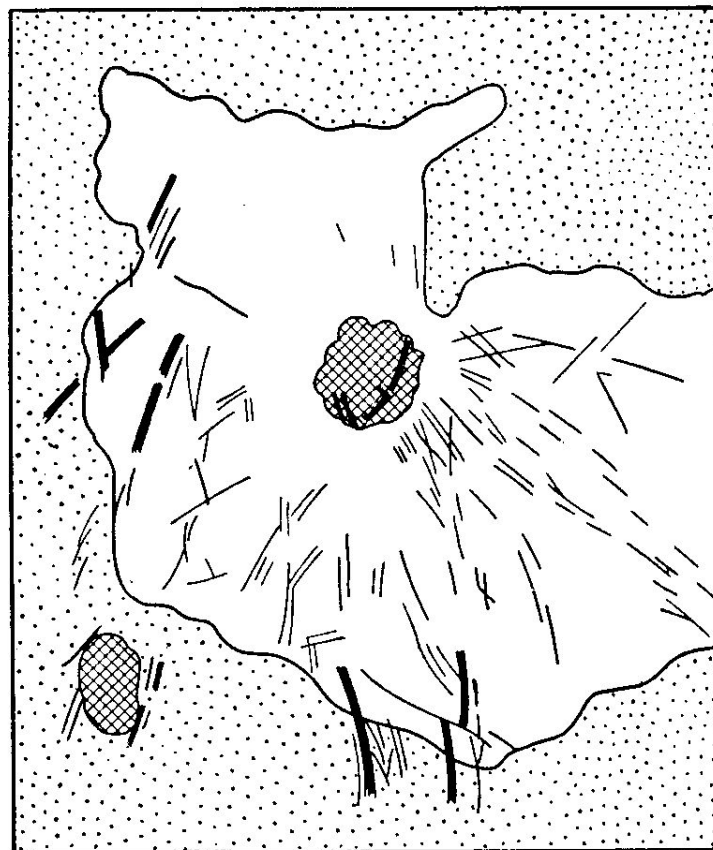


Рис. 162. Схема геологического строения месторождения Крипл Крик, в плане. П. В. Линдгрену

1 — древние граниты; 2 — лавовый покров; 3 — жерла вулканов; 4 — дайки; 5 — рудные жилы

3. Амагматогенный класс

3.1. Подкласс жильный

рудные тела залегают в форме жил и бывают окружены зонами окварцевания.

Рудные формации:

- антимонит-киноварная (Никитовка, Хайдаркан);
- флюоритовая;
- золоторудная в джаспероидах (Карлин).

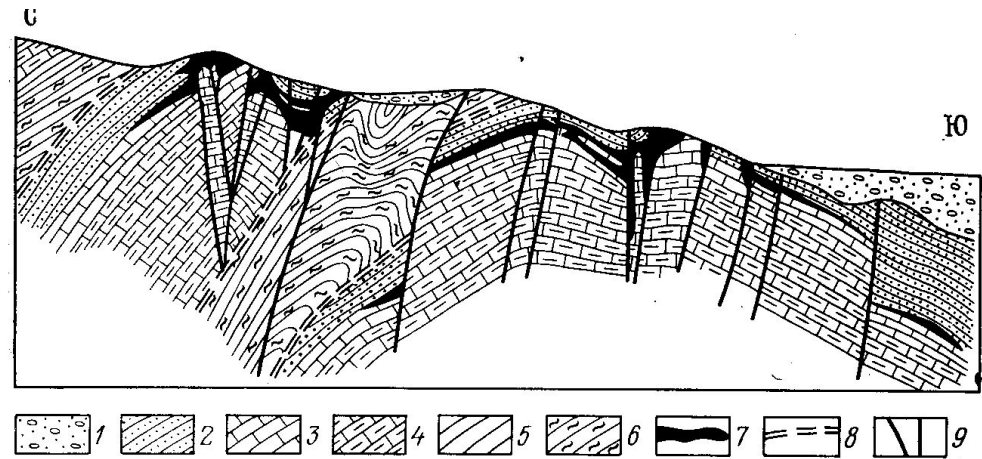
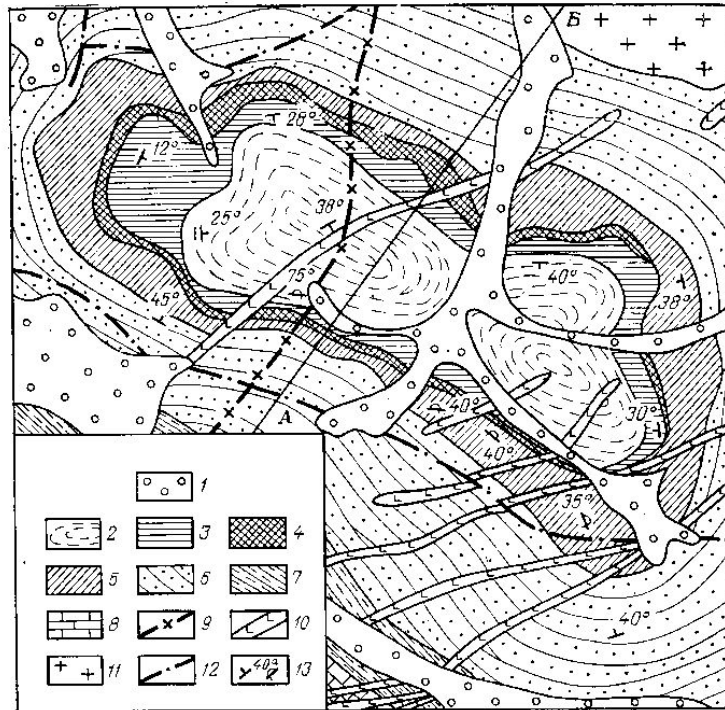


Рис. 94. Геологический разрез месторождения Хайдаркан. По Н. Никифорову.
1 — четвертичные отложения; 2 — песчаники, сланцы, конгломераты среднекаменноугольные; 3 — известняки среднекаменноугольные; 4 — известняки нижнекаменноугольные; 5 — песчаники и сланцы нижнего девона; 6 — сланцы и песчаники силура; 7 — джаспероиды с киноварью; 8 — надвиги; 9 — сбросы, сбросо-сдвиги

3.2. Стратиформный подкласс – рудные тела залегают согласно с вмещающими породами.



Разрез по АБ

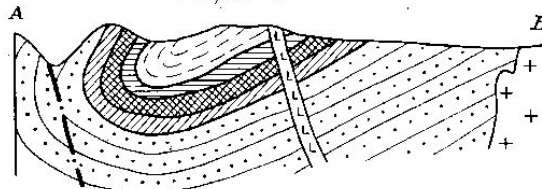


Рис. 65. Схематическая геологическая карта (а) и разрез (б) Удоканского месторождения. По Э. Грингалю, В. Четчикину и др.

1 — четвертичные отложения; 2 — намингиская свита — алевролиты, песчаники, аргиллиты; 3 — верхняя подсвита сакуканской свиты; 4 — надрудная пачка (известковистые и кварцитовидные песчаники, алевролиты); 5 — рудная пачка (известковистые и кварцитовидные песчаники, алевролиты); 6 — подрудная пачка (кварцитовидные и известковистые песчаники, алевролиты, конгломерато-брекчии); 7 — средняя подсвита сакуканской свиты — магнетитосодержащие песчаники, гравелиты; 8 — нижняя подсвита сакуканской свиты — песчаники, филлитовидные сланцы, гравелиты, конгломерато-брекчии; 9 — бутунская свита — известняки, алевролиты; дайки; 10 — граносиснит-порфиры; 11 — габбро-диабазов; 12 — граниты чуйско-кодарского комплекса; 13 — разрывные нарушения; 14 — элементы залегания

Рудные формации:

- борнит-халькозиновая в песчаниках (Джезказган-ское рудное поле, Удоканское);

- галенит-сфалеритовая (преимущественно в карбонатных породах).

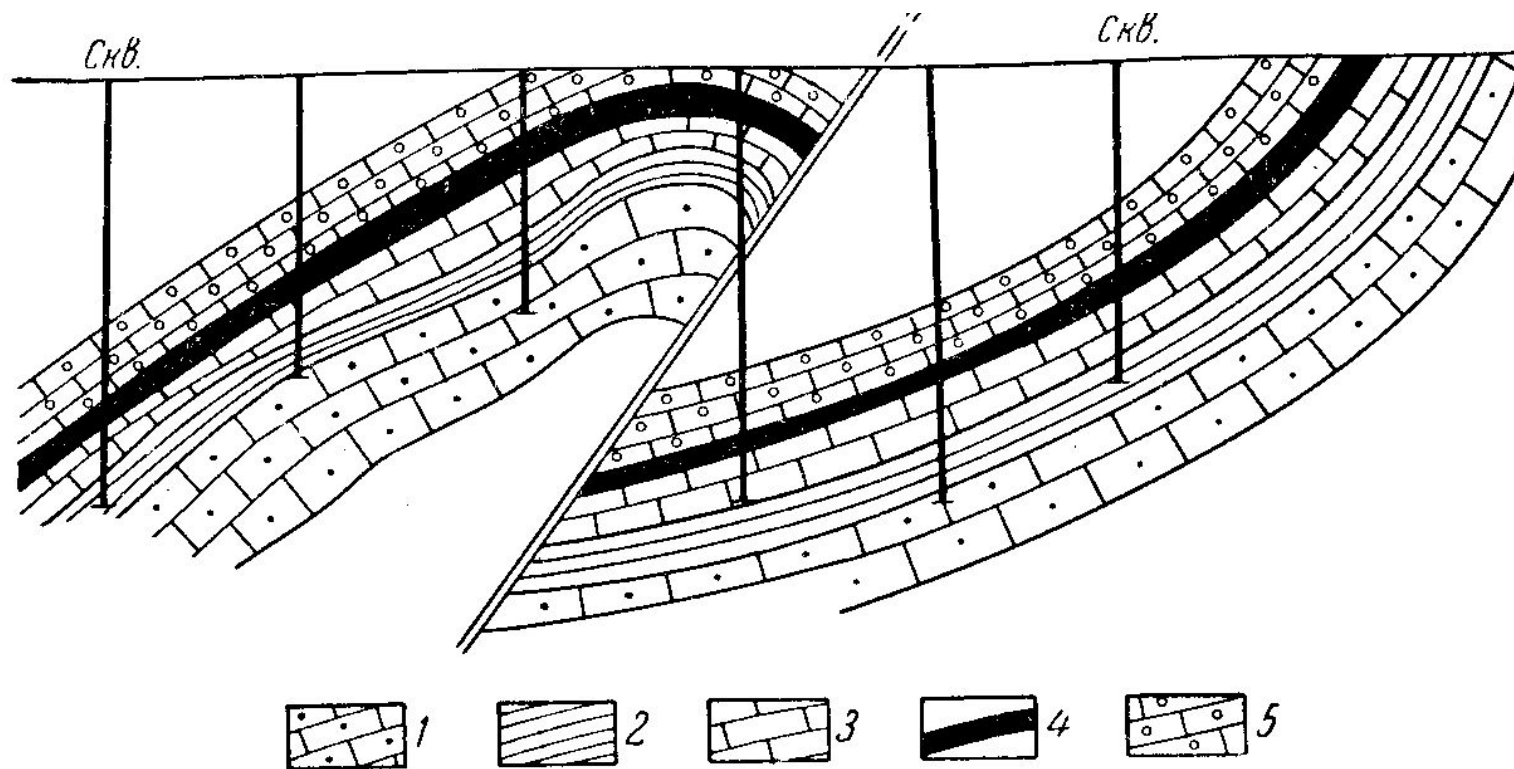


Рис. 157. Поперечный разрез телетермального месторождения свинцово-цинковых руд хр. Каратау в Казахстане

1 — известняки нижнего комковатого горизонта; 2 — известняки нижнего ленточного горизонта; 3 — известняки ячеистого горизонта; 4 — руда в известняках второго ленточного горизонта; 5 — известняки среднего комковатого горизонта

Условия образования МПИ плутоногенного и вулканогенного классов

Этапы образования МПИ:

- 1. Магматический** – сопровождается внедрением интрузии.
2. *Пегматитовый* (не всегда проявляется).
3. *Альбитит-грейзеновый* (не всегда проявляется).
- 4. Гидротермальный.**
 - 4.1. *Источники воды и минеральных веществ:*
 - *магматическая вода,*
 - *метаморфическая вода,*
 - *метеорная вода (поверхностные и подземные воды).*
 - 4.2. *Термодинамические условия – максимальное рудообразование при температуре 400-100⁰ С, давление 150-200 МПа.*

4.3. Фазовое состояние воды гидротермальных растворов:

- жидкое до температуры 374°C (дистиллированная вода) и 437°C (для минерализованных вод),
- парообразное при температуре выше 374°C и 437°C .

Высокоминерализованные растворы могут отделяться от магматического очага в жидкой фазе, минуя парообразную.

4.4. Формы нахождения химических элементов:

- ионно-молекулярный раствор: простые ионы Na^+ , Cl^- , комплексные ионы $\text{Na}^+[\text{Sn}(\text{F},\text{OH})_6]^-$
- коллоидные частицы, имеющие кратковременное существование.

4.5. Причины рудообразования – наличие геохимических барьеров. Рудообразование происходит обычно на комплексе геохимических барьеров.

Спасибо за внимание