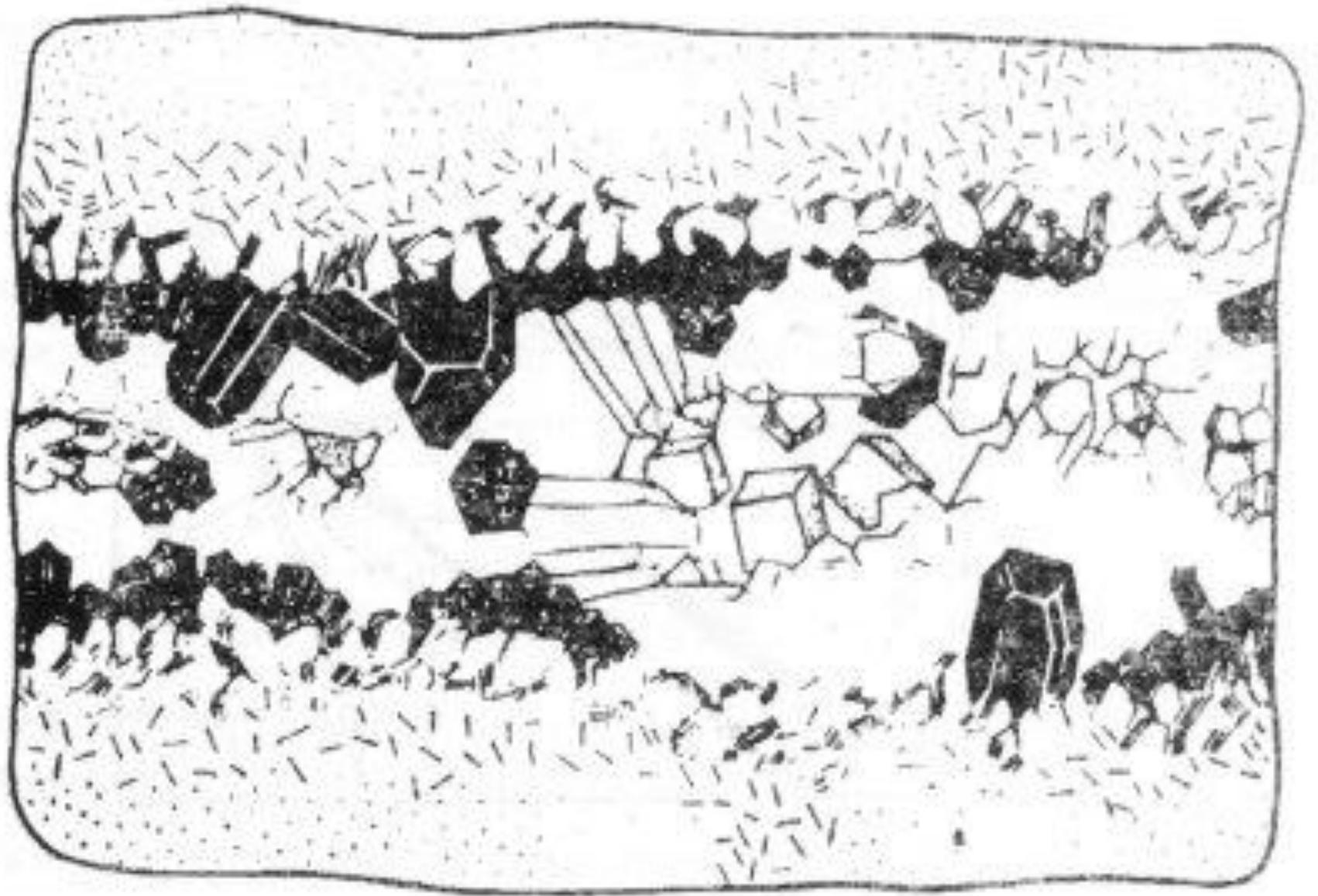




Пневматолито- гидротермальный процесс

Начало процесса

- К концу пегматитового процесса еще большая часть флюида остается в верхней части очага и оказывает огромное давление на окружающие породы. Вследствие этих причин могут возникать трещины в земной коре.
- Трещины и ослабленные зоны могут иметь различную длину, до 10 и более километров. Поскольку в трещине возникает разряженное давление, флюид легко проникает в нее и движется вверх.
- Кристаллизация минералов в трещине из флюида или горячего раствора получила название пневматолито-гидротермального процесса (от греч. «пневма» - пар).



Высокотемпературная (пневматолитовая) стадия

- Высокотемпературная (пневматолитовая) стадия процесса протекает с участием флюида при температурах выше 374 градуса (600 - 374 градуса), Флюид имеет кислый состав, так как содержит оставшийся кремнезем и в виде истинных растворов пары кислот HCl , HF и комплексы металлов, переносит большое количество металлов в виде коллоидных растворов.
- Продвижение флюида по трещине и его контакт с окружающими породами способствуют осаждению на стенках трещины минералов.
- Вследствие разной температуры кристаллизации различных элементов, идет последовательное осаждение минералов на стенках трещины, что приводит к возникновению зональной текстуры.

Минералы и руды

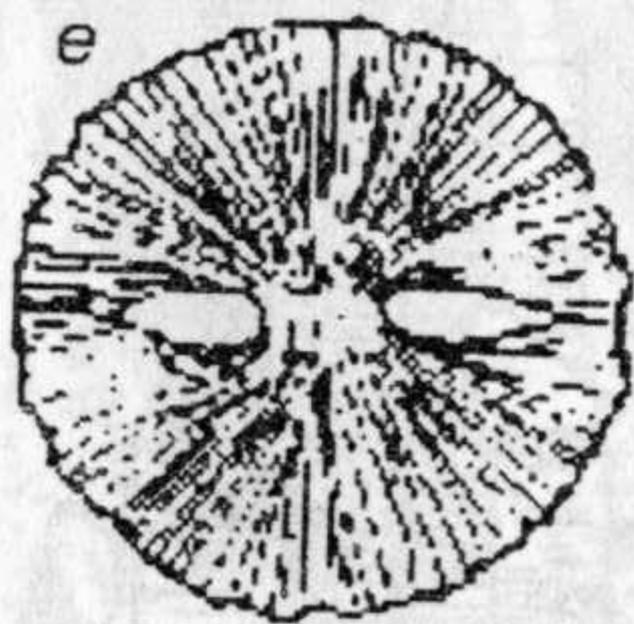
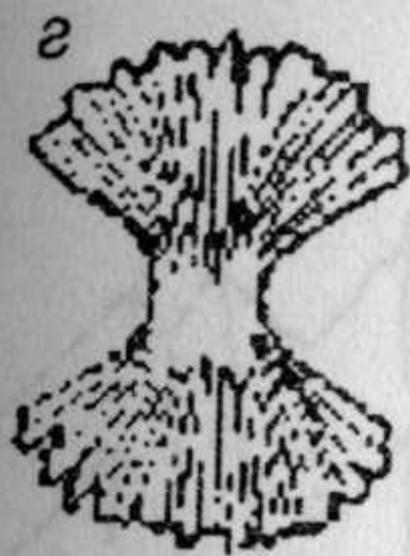
- Вначале кристаллизуются тугоплавкие минералы с высокими температурами кристаллизации—оксиды титана (ильменит), железа (гематит), олова (касситерит), вольфрама (вольфрамит), а также кварц и флюорит, заполняющие центральную часть трещины.
- В это же время осаждаются некоторые силикаты бериллия (берилл) и бора (турмалин), сульфиды никеля (пентландит и пирротин), кобальта (кобальтин), молибдена (молибденит), висмута (висмутин), самородное золото.
- Так возникают высокотемпературные гидротермальные жилы, содержащие руды редких и драгоценных металлов и имеющие зональную текстуру и зернистую структуру. Размеры кристаллов от 2мм до 1-2 см.

Среднетемпературная гидротермальная стадия

- Остывание флюида в верхних слоях земной коры до температур ниже 374 градуса приводит к его переходу в гидротермальный раствор.
- Среднетемпературная гидротермальная стадия проходит ниже 374 градуса в интервале до 200 градусов.
- На стенках трещины зонами отлагаются нерудные минералы и руды.
- В центральной части жил осаждаются не только кварц, но и карбонаты в виде нерудных жильных минералов кальцита и доломита, иногда магнезита.

Руды

- Среднетемпературный гидротермальный процесс способствует отложению главным образом сульфидов полиметаллических руд – свинца (галенит), цинка (сфалерит), меди (халькопирит), серебра и самородного золота. Частым спутником является пирит.
- Часто наблюдается образование гематита.
- Текстура гидротермальных жил крупнопятнистая зональная, часто отложения руд обрастают центры из нерудных минералов или обломки пород – «кокардовая» и брекчиевидная текстура.



Низкотемпературная стадия

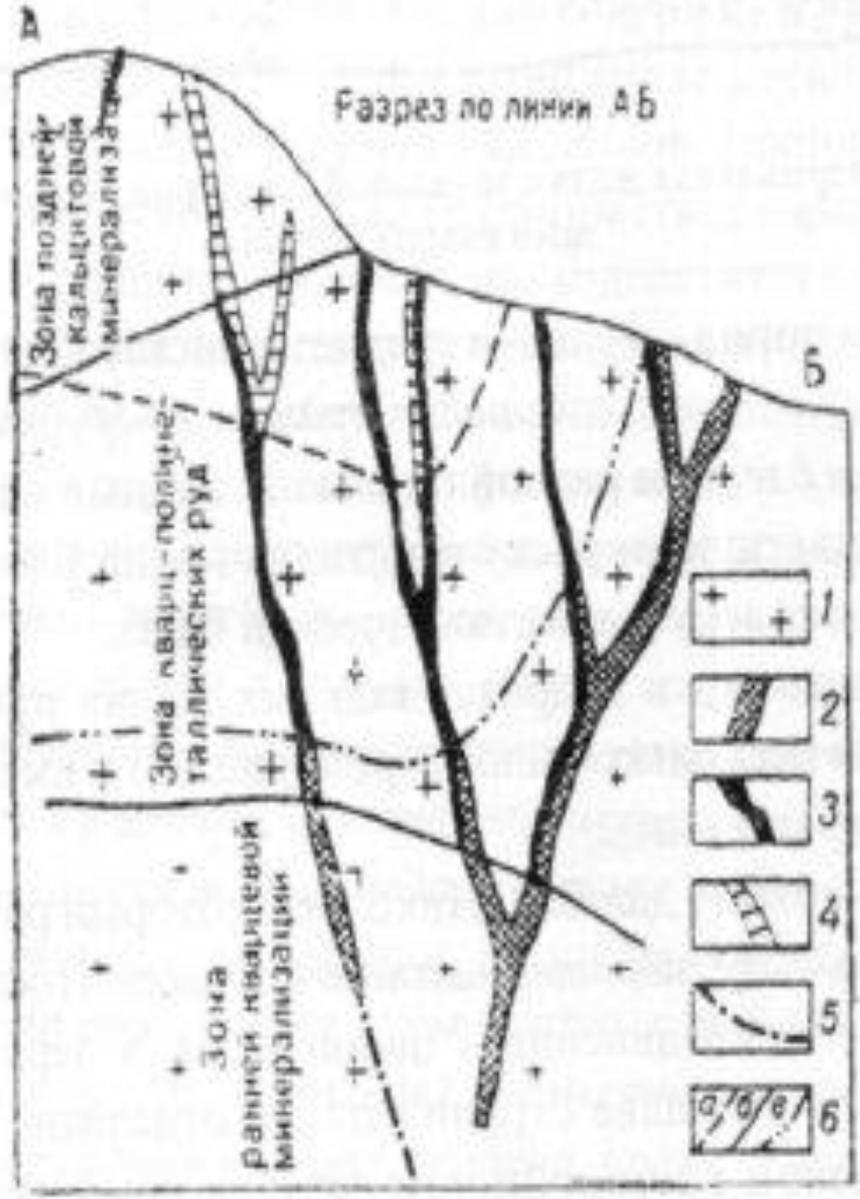
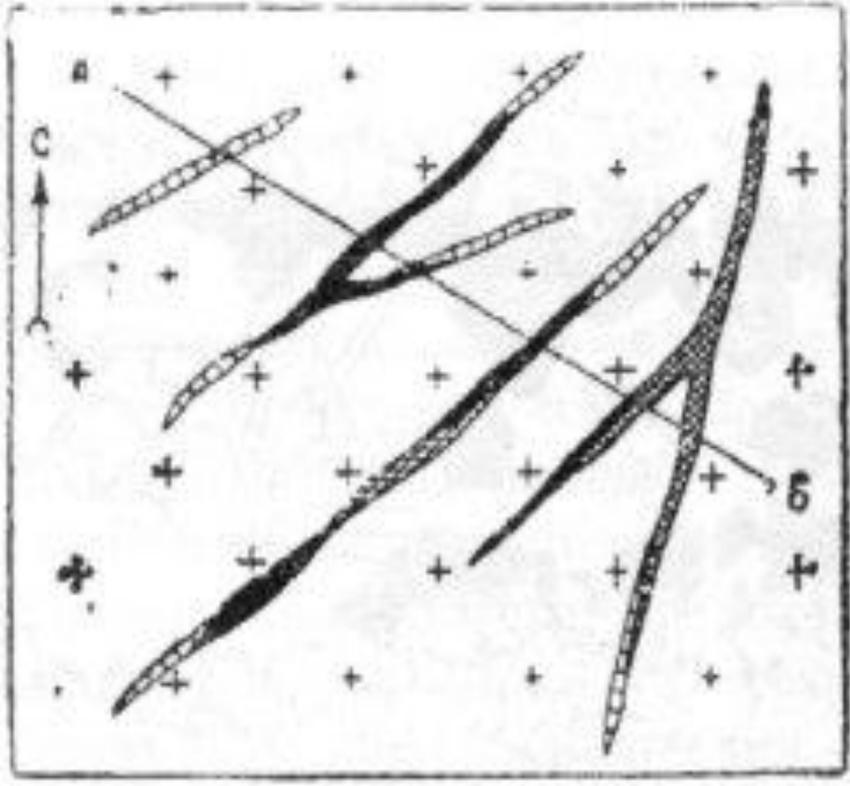
- Остывание гидротермального раствора ниже 200 градусов С способствует началу третьей стадии в пределах 200-50 градусов С.
Низкотемпературный гидротермальный процесс приводит к отложению руд цветных металлов – сульфидов ртути (киноварь), сурьмы (антимонит), мышьяка совместно с сульфатами, карбонатами и галогенидами металлов – свинца, цинка, меди, бария, стронция (барит).
- Одновременно при понижении температуры растворов меняется состав нерудных минералов .
- Нерудные минералы представлены кальцитом, гипсом, халцедоном. Растворы в этот этап имеют, главным образом, щелочной характер.

Ряд Эммонса - Овчинникова

- Американский исследователь В.Эммонс и российские ученые С.В.Григорян и Л.Н. Овчинников на основе экспериментальных данных выявили последовательность химических элементов, отлагающихся из флюида и гидротермального раствора.
- В упрощенном виде эта последовательность выглядит так :
Be – Ni – Co – Sn – Mo – W – Au – Bi |
Cu – Zn – Pb – Ag – Au | – Ba – As – Sb - Hg

Признаки гидротермальных жил

- Породы гидротермальных жил имеют часто крупнопятнистую или зональную текстуру. Структура пород мелко-, средне-, иногда крупнозернистая.
- Для гидротермальных пород характерно сочетание рудных и нерудных минералов с разным типом блескам – металлическим и неметаллическим.
- Нерудные минералы имеют белую окраску, рудные – темную или цветную, поскольку в результате гидротермального процесса образуются месторождения руд редких и цветных металлов.
- По простиранию состав гидротермальных жил может быстро меняться, и наблюдаются все стадии.



Факторы процесса

- Выделение постмагматических процессов основано на теории постмагматического рудообразования, в которой ведущее значение придается магматическим очагам, выделяющим водяные пары и газы.
- В настоящее время большая роль отводится растворам и флюидам, повсеместно циркулирующим во всей толще земной коры и извлекающим химические элементы из метаморфических и осадочных пород.
- Поэтому гидротермальный процесс иногда выделяют как самостоятельный глубинный процесс.

Элементы-примеси

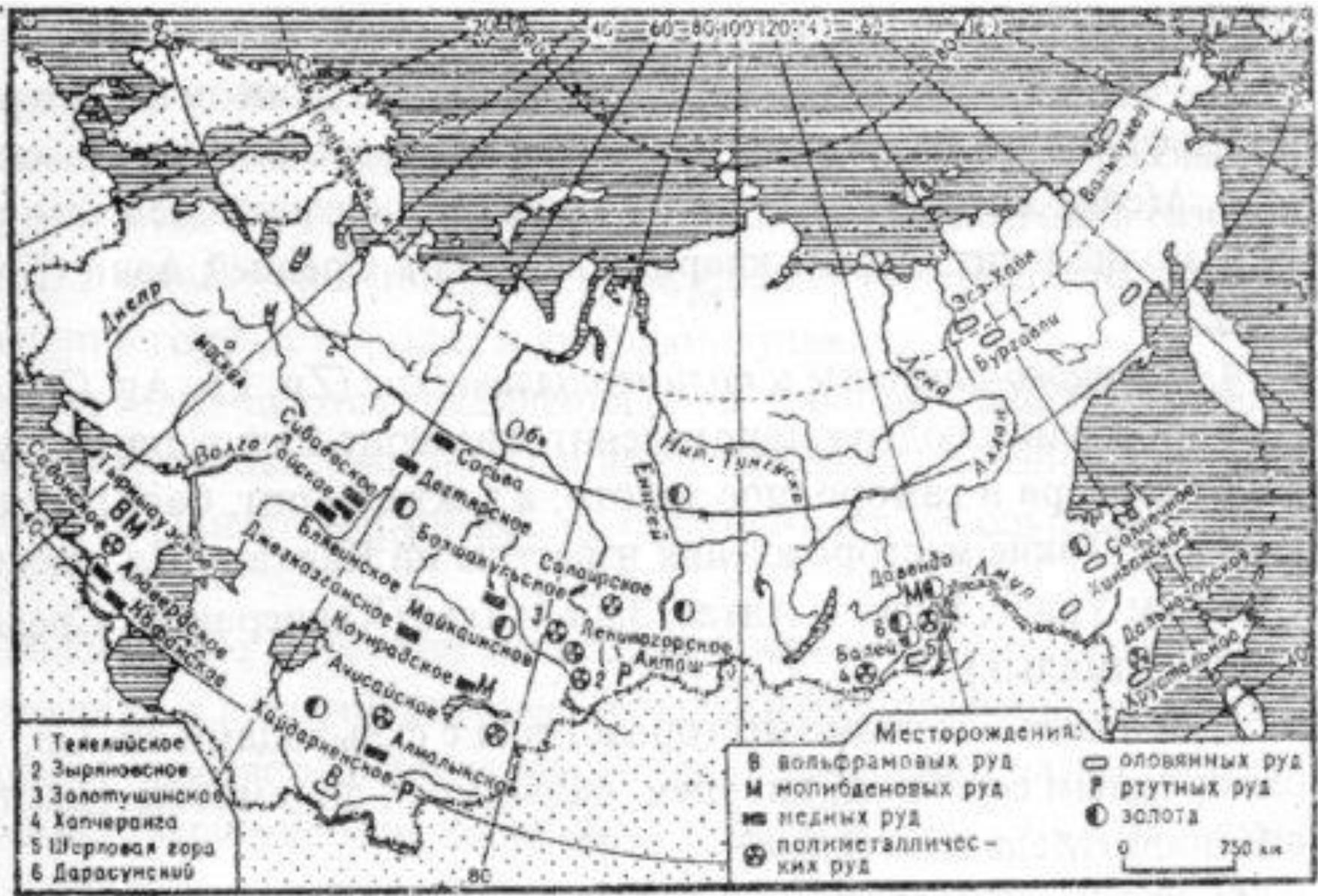
- Многие минералы гидротермальных руд богаты редкими элементами-примесями, замещающими главные элементы минералов по закону изоморфизма.
- Изоморфизм - замещение элемента в кристаллической решетке атомом, имеющим близкие свойства – валентность и размеры. Так, кадмий и серебро замещают цинк в сфалерите и свинец - в галените. Олово в касситерите замещается – галлием или индием. Молибден в молибдените – рением.

Элементы-примеси

- Во многих рудных минералах, например, в халькопирите установлены примеси 16-ти важных элементов, которые могут быть извлечены при комплексной технологии переработки руды.
- Однако, к настоящему времени еще мало разработано комплексных технологий, позволяющих вести безотходную добычу полезных ископаемых.
- Часть примесей остается в отвалах рудных производств и загрязняет почву и воды и изучается техногенной геологией.

Месторождения

- Месторождения гидротермальных руд находятся на расстоянии 5-20 км от гранитных интрузий.
- Месторождения приурочены к горно-складчатым областям, например, Кавказа, и Урала, Памира, Тянь-Шаня, Алтая, Саян, забайкалья, горам Южной Европы и Малой Азии, Кордильерам и Аппалачам, Андам.
- Таким образом, *пнеаматолито-гидротермальный процесс – важный процесс рудообразования.*



- 1 Тежелайское
- 2 Зырнянское
- 3 Золотушинское
- 4 Хаччеранга
- 5 Шерловая гора
- 6 Дарасунский

Месторождения:

W	вольфрамовых руд	⊖	оловянных руд
M	молибденовых руд	P	ртутных руд
И	железных руд	⊙	золота
⊕	полиметаллических руд		

0 750 км