ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ
МГУ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА

teach-in
ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

ГЕОЛОГИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

АВДОНИН
ВИКТОР ВАСИЛЬЕВИЧ

ГЕОЛФАК МГУ

КОНСПЕКТ ПОДГОТОВЛЕН СТУДЕНТАМИ, НЕ ПРОХОДИЛ ПРОФ. РЕДАКТУРУ И МОЖЕТ СОДЕРЖАТЬ ОШИБКИ. СЛЕДИТЕ ЗА ОБНОВЛЕНИЯМИ НА VK.COM/TEACHINMSU.

ЕСЛИ ВЫ ОБНАРУЖИЛИ ОШИБКИ ИЛИ ОПЕЧАТКИ, ТО СООБЩИТЕ ОБ ЭТОМ, НАПИСАВ СООБЩЕСТВУ VK.COM/TEACHINMSU.

БЛАГОДАРИМ ЗА ПОДГОТОВКУ КОНСПЕКТА
СТУДЕНТА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
СЛОВОГОРОДСКОГО СЕМЕНА АНДРЕЕВИЧА

Содержание

ЛЕКЦИЯ 1 ВВЕДЕНИЕ В ГЕОЛОГИЮ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 5

Понятие Геолого-промышленных типов 5

Геологические формации и их рудоносность 6

Подразделения рудоносных комплексов 7

Список Литературы 9

ЛЕКЦИЯ 2. ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ 10

Железные руды 10

Месторождения и ГПТ железной руды 10

ЛЕКЦИЯ 3. ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАРГАНЦА 15

Общая характеристика марганца 15

Месторождения 15

ЛЕКЦИЯ 4. ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ 19

Общая характеристика меди 19

ГПТ медных месторождений: 19

Месторождения 20

ЛЕКЦИЯ 5. ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВИНЦА И ЦИНКА 24

Общая характеристика свинца и цинка 24

ГПТ и примеры месторождений 24

ЛЕКЦИЯ 6. ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА 27

Общая характеристика золота 27

ГПТ типы золота: 27

ЛЕКЦИЯ 7. ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОЛОВА И ВОЛЬФРАМА И МОЛИБДЕНА 30

Общая характеристика элементов 30

ГПТ олова: 30

ВОЛЬФРАМ 32

Месторождения России: 33

ЛЕКЦИЯ 8. ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РТУТИ И СУРЬМЫ 36

Общая характеристика элементов 36

ГПТ сурьмы и ртути 36

Крупные месторождения : 36

ЛЕКЦИЯ 9. ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НИОБИЯ И ТАНТАЛА 40

Общая характеристика элементов 40

ГПТ месторождений 41

ЛЕКЦИЯ 10. ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА 46

Общая характеристика элемента 46

ГПТ месторождений урана 47

Примеры месторождений урана 48

Лекция 1 Введение в геологию металлических полезных ископаемых

Понятие Геолого-промышленных типов

Геолого-промышленные типы — это основные поставщики данного вида минерального сырья. Среди них выделяются главные, на которые приходится свыше 5 - 10 % запасов (или добычи) соответствующего полезного ископаемого;
Второстепенными ГПТ считаются те, в которых запасов обычно менее 2 - 2,5 %.

Это наиболее важное понятие в геологии рудных месторождений. Оно используется очень широко на всех стадиях изучения месторождений.

При выделении геолого-промышленных типов учитываются следующие основные параметры:
1) Генетический класс;
2) Структура месторождения, определяющая участки локализации рудных тел и их морфологию;
3) Минеральный состав руд;
4) Состав вмещающих пород, а также околорудные изменения.

Роль геолого-промышленных типов с течением времени меняется из-за полной отработки такого промышленного типа или же наоборот, появляется новый геолого-промышленный тип, совершенствование технологии переработки руд, а также горной техники. В ряде случаев объекты становятся промышленными, когда становится возможным их массовая отработка и получение большого количества руды- яркий пример- месторождения медно-порфирового типа - их раньше не могли брать из-за низкого содержания ПК- когда стало возможным брать большой объем руд, тогда они стали значимыми. Нельзя не упомянуть появление новых источников сырья- она является одной из важнейших на текущий момент из-за все возрастающего спроса на сырье.

Промышленность использует большое количество месторождений, и они разделяются на весьма крупные/крупные/средние/мелкие. Закономерность распространения запаса в них показана на диаграмме 1.1

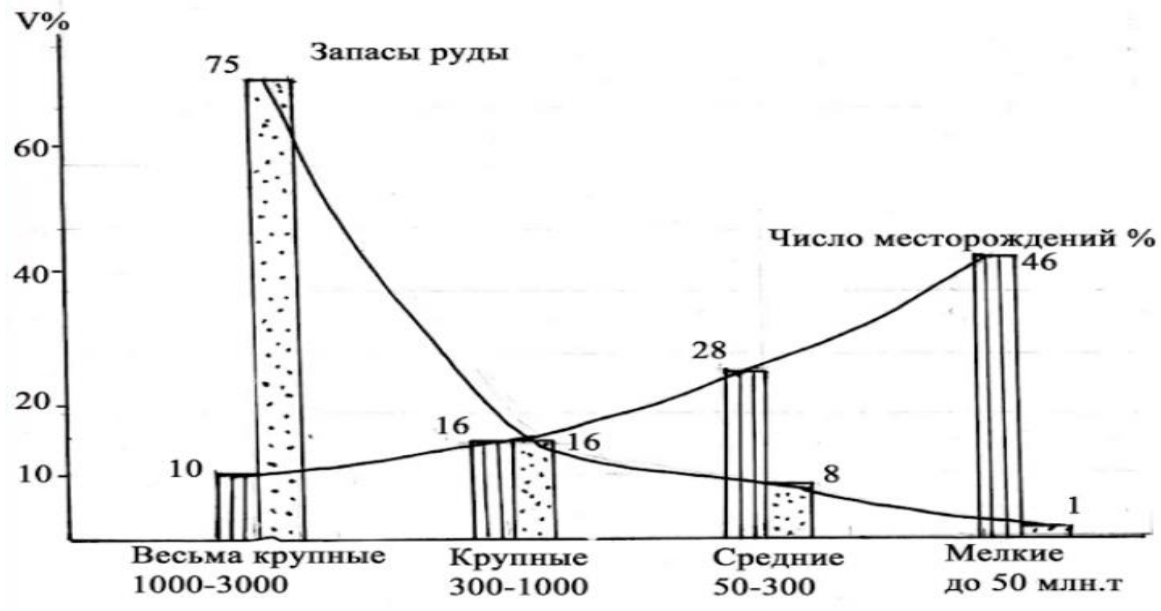


Диаграмма 1.1 закономерность распространения запасов от размера месторождений

Видно, что на диаграмме наблюдается обратная зависимость: много мелких месторождений с малым количеством запасов и мало крупных месторождений с гигантскими запасами.

Геологические формации и их рудоносность

Все месторождения полезных ископаемых и всегда являются составными частями геологических формаций.

Геологические формации - естественно выделяемые комплексы пород, тесно парагенетически связанных друг с другом в пространственном и возрастном отношениях. Можно сказать, что земная кора сложена геологическими формациями.

Полезные ископаемые представляют собой горные породы, входящие в состав формаций и выделяющиеся благодаря своим свойствам, позволяющим использовать их в хозяйственной деятельности человека. Полезные ископаемые - полезные в настоящее время человечеству и человеку и те, которые имеют важное экономическую составляющую ныне.

Принадлежность месторождения (геолого-промышленного типа) к конкретной геологической формации определяет его генезис, структуру, морфологию рудных тел, минеральный состав руд и вмещающих пород.

Рудоносные формации являются производными комплексами разных признаков: Условия залегания (вмещающие породы), источники рудного вещества и источники энергии. Выделяются рудоносные формации - объединятся все три вышеперечисленные (магматические, формации).

Можно записать формулу: месторождение= Рудовмещающие формации- только условия локализации + рудогенерирующая (материнская активная) формация (производные продукты взаимодействии двух формаций).

Материнские (пассивные породы) вместе с рудообразующими породами представляют собой такие породы, которые при своем формировании насыщаются рудными компонентами (не столь существенно, но образует некоторое количество). Они не играют роли, пока не образуют месторождение. А их преобразование происходит при преобразованиях рудообразующих формаций под действием таких факторов, как факторов извне (внедрение магматических пород). Происходит воздействие и получается значительная концентрация рудного вещества в материнских породах и формируется месторождение. Делаем вывод: по отношению к рудообразованию все рудообразующие формации делятся на 5 типов (Рисунок 1.1)

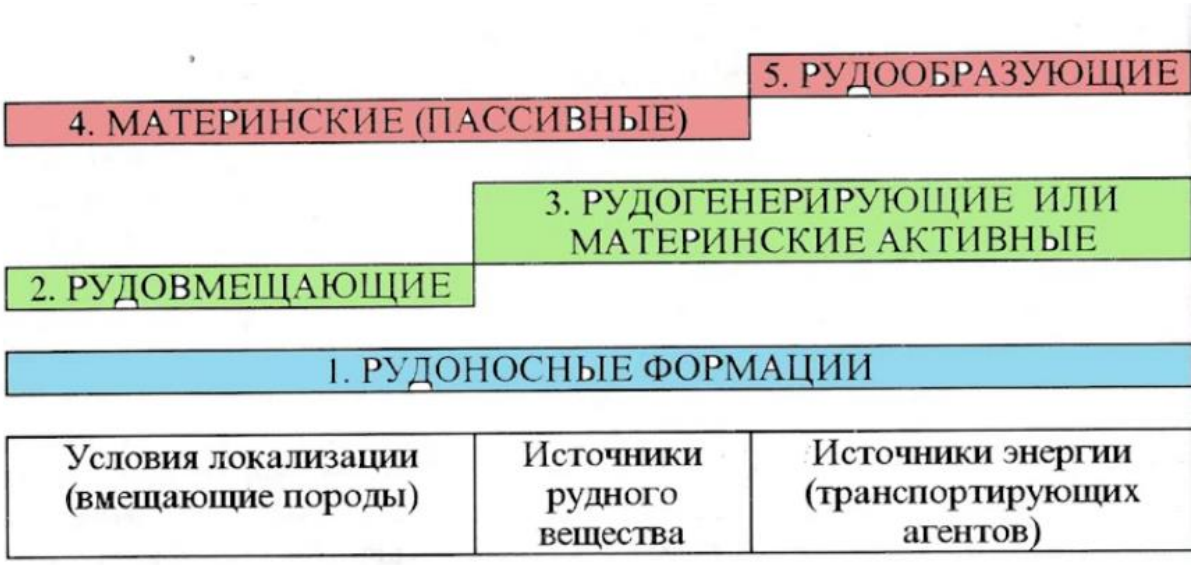


Рисунок 1.1 рудоносные формации и их взаимоотношение

Подразделения рудоносных комплексов

Важным является подразделение рудоносных комплексов на 3 группы: магматические, вулканогенно-осадочные и осадочные. Они характеризуются весьма существенным различием.

1) Осадочные комплексы:

а) тела полезных ископаемых являются равноправными членами комплекса и залегают среди пород этого комплекса.

б) руды с вмещающими породами; их образование связано с седиментацией, диагенезом, катагенезом

в) основные типы месторождений: Осадочные Fe, Mn,Al, цветных и редких металлов, выветривания, россыпные

г) источником рудного материала являются Кора выветривания: твердый сток, химическая денудация
д) руды имеют механический, химико-биологический, химический механизм концентрации
е) полезные ископаемые и руды являются фациями осадков. Роль структур - общерегиональная. Ведущим поисковым признаком является фациальный.

2) Вулканогенно-осадочные комплексы:

а) тела полезных ископаемых локализованы внутри пород комплекса, очень редко - вне.
б) руды сингенетичны, эпигенетичны, но всегда сближены во времени: синхронны с седиментогенезом, диагенетические и катагенетические, поствулканические
в) основные типы месторождений - колчеданные, колчеданно-полиметаллические, вулканогенные Fe, Mn, Au, Ag, W, Mo, Hg и др.
г) источником рудного вещества являются вулканические очаги, отчасти кора выветривания
д) руды имеют эксгаляционно-осадочный (ведущий), так называемое химическое осаждение, механический, метасоматический и гидротермальных механизм концентрации руды.
е) руды имеют четкую фациальную приуроченность. Она более отчетливая к локальным вулканическим и вулкано-тектоническим структурам. Ведущими поисковыми признаками являются структурные и вулканические

3) Магматические комплексы:

а) рудные тела локализованы внутри магматических тел на контакте их с вмещающими породами, вне магматических - во вмещающих породах
б) руды синхронны с процессами дифференциации магмы, внедрения, контактового взаимодействия, постмагматическим гидротермальным
в) к основным типам месторождений относятся ране- и позднемагматический, карбонатитовый, пегматитовый, скарновый, гидротермальный, черных, цветных, редких, благородных металлов и др.
г) источником рудного материала являются магматические массы тел и более глубинные очаги
д) руды имеют следующие механизмы концентрации руд: магматическая сегрегация, контактово-метасоматические процессы, пневматолитовые процессы, гидротермальные и гидротермально-метасоматические, а также пневматолитовые процессы
е) руды приурочены к определенным телам- фациальная принадлежность не проявлена или не изучена. Ведущими поисковыми признаками являются формационные и структурные.

Наиболее разнообразные типы имеются у магматических месторождений, они же являются самыми сложными.

Ниже прилагается наиболее общепринятая классификация месторождений по полезным компонентам:

1) черных металлов: Fe, Mn, Cr, Ti, V
2) цветных металлов: Al, Ni, Co, Mg, Cu, Pb, Zn, Sn,

W, Mo, Bi, Sb, Hg
3) редких элементов: Li, Cs, Rb, Be, Nb, Ta, Zr, Hf
4) редкоземельных: La, Ce, Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Pm,
Sm, Eu, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Y
5) рассеянных: Sc, Ge, Re, TI, Ga, Cd, In, Se, Te
6) благородных элементов: Au, Ag, Pt
7) радиоактивных: U, Th
Будем рассматривать их в этой последовательности. Сложности в этом нет-много металлов имеют общий ГПТ.

Список Литературы

Список литературы для курса прилагается ниже:

1) Месторождения металлических полезных ископаемых.
Авторы: В.В. Авдонин, В.Е. Бойцов, В.М. Григорьев Ж.В. Семинский, Н.А. Солодов, В.И. Старостин, Из-во ЗАО «Геоинформмарк», 1998,Из-во Академический Проект, 2005
2) Геология полезных ископаемых, авторы: В.В. Авдонин, В.И. Старостин, Издательский центр «Академия», 2010
3) Геология полезных ископаемых, Автор: В.И. Смирнов, Из-во «Недра», 1986
4) Рудные месторождения СССР в трёх томах. Редактор академик В.И. Смирнов. Из-во «Недра», 1974

Просьба читать данную литературу для того, чтобы стать квалифицированными специалистами, а также разумно использовать другую литературу, найденную Вами самостоятельно.
Также просьба готовиться к лекции заранее (полистать учебник), чтобы на самой лекции Вы могли поддерживать разговор и подмечать некоторые нюансы, которые могли быть Вам непонятны.

Лекция 2. Основные геолого-промышленные типы рудных месторождений

Железные руды

1) Железные руды

Россия занимает 1 место по запасам и производству железной руды. 39 млн тонн-подтвержденные запасы, но содержание ПК (полезного компонента) достаточно мало-36%, а в Бразилии 67%. То есть Бразилия «богаче».

Мировые подтвержденные запасы 193994 млн т. на 2005 год, а мировое производство-1002,1 млн. т. на 2005 год.

Ресурсный потенциал России сосредоточен в железистых кварцитах КМА, Карело-Кольской, Уральской, Дальневосточной, Алданской, Алтае-саянской, Ангарской провинции. А если брать регионы России, то топ 3 по богатству: Белгородская область, Курская область, Свердловская область.

Наиболее распространённый ГПТ (геолого-промышленный тип) - осадочный.

Выделяются следующие стратиграфические пики образования железных руд:

Pr-Ar (железистые кварциты-3000 млрд.т.), ордовик, силур, юра, мел (больше 100млрд т) и кайнозой.

Месторождения и ГПТ железной руды

1) Керченский бассейн - одно из крупнейших осадочных месторождений. Имеют возраст олигоцен.

Четкая позиция оруденения – прогибы (мульды), где происходило накопление железа.

Разрез представляет собой осадочные пласты, руда концентрируется в нижней части разреза.

2) Аятское и Лисаковское месторождения

Аятское месторождение имеет большую площадь, горизонтальное залегание руд

Лисаковское месторождение интересно тем, что оно представляет собой отложение речных долин.

Два этих месторождения в сумме дают пример рудного района- здесь присутствуют разновозрастные отложения + есть месторождения другого генезиса. Такая вещь достаточно часта для нашей планеты.

ГПТ месторождений:

1) Байкальское рудное поле, Челябинская область

Возраст-верхний протерозой.

Сидеритовые руды (не промышленные), на них идет процесс выветривания и образования оксидных руд, которые являются промышленными. (рисунок 2.1)

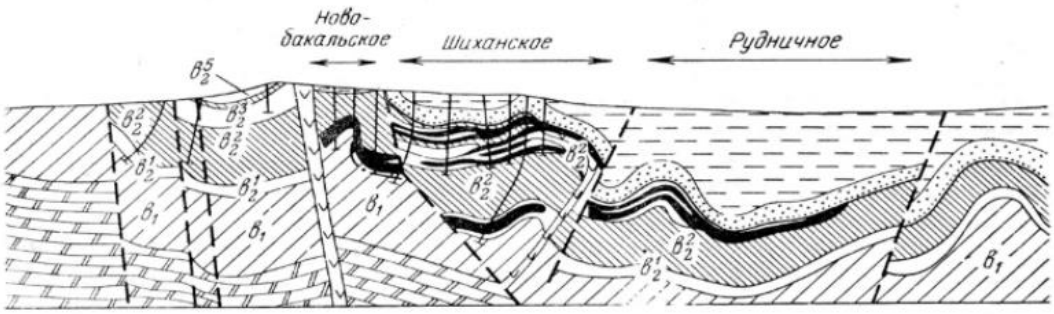


Рис. 24. Схематическая геологическая карта, стратиграфическая колонка и разрез Бакальского рудного поля. По *А. Яницкому, О. Сергееву* **(1962).**

1 — сланцы зигазино-комаровской свиты; *2* — кварциты зигальгинской свиты; *3* — сланцы верхней подсвиты бакальской свиты (b_2^2, b_2^4, b_2^6, b_2^8, b_2^{10}); *4* — известняки и доломиты верхней подсвиты бакальской свиты (березовская пачка b_2^1, шуйдинская b_2^3, гаевская b_2^5, шиханская b_2^7, верхнебакальская b_2^9); *5* — сланцы нижней подсвиты бакальской свиты (макаровская пачка); *6* — известняки и доломиты саткинской свиты; *7* — диабазы; *8* — железные руды; *9* — контуры «слепых» рудных залежей; *10* — линии трансгрессивного налегания; *11* — линии тектонических смещений.

Месторождения железа (цифры в кружках): 1 — Шуйдинское II, 2 — Шуйдинское I, 3 — Холодный Ключ, 4 — им. ОГПУ, 5 — Новобакальское, 6 — Шиханское, 7 — Объединенное, 8 — Ленинское, 9 — Канатная Дорожка, 10 — Буландихинское, 11 — Малобуландихинское, 12 — Восточное, 13 — Западное, 14 — Рудничное, 15 — Гаевское, 16 — Северо-Западный Иркускан, 17 — Александровское, 18 — Ивановское, 19 — Новоалександровское, 20 — Охряное, 21 — Ельничное, 22 — Ельничное Большое, 23 — Нижнебакальское, 24 — Петлинское

Рисунок 2.1 Схема Байкальского рудного месторождения

2) Месторождение Каражальского рудного узла (рис. 2.2)

Месторождение вулканогенно-осадочного типа, находится в Центральном Казахстане. Именно здесь находится Джереминская мульда, которая содержит уникальные месторождения различных типов руд (железо ПМ, марганец).

Также здесь имеются осадочные формации в основании с продуктами вулканизма субщелочного состава.

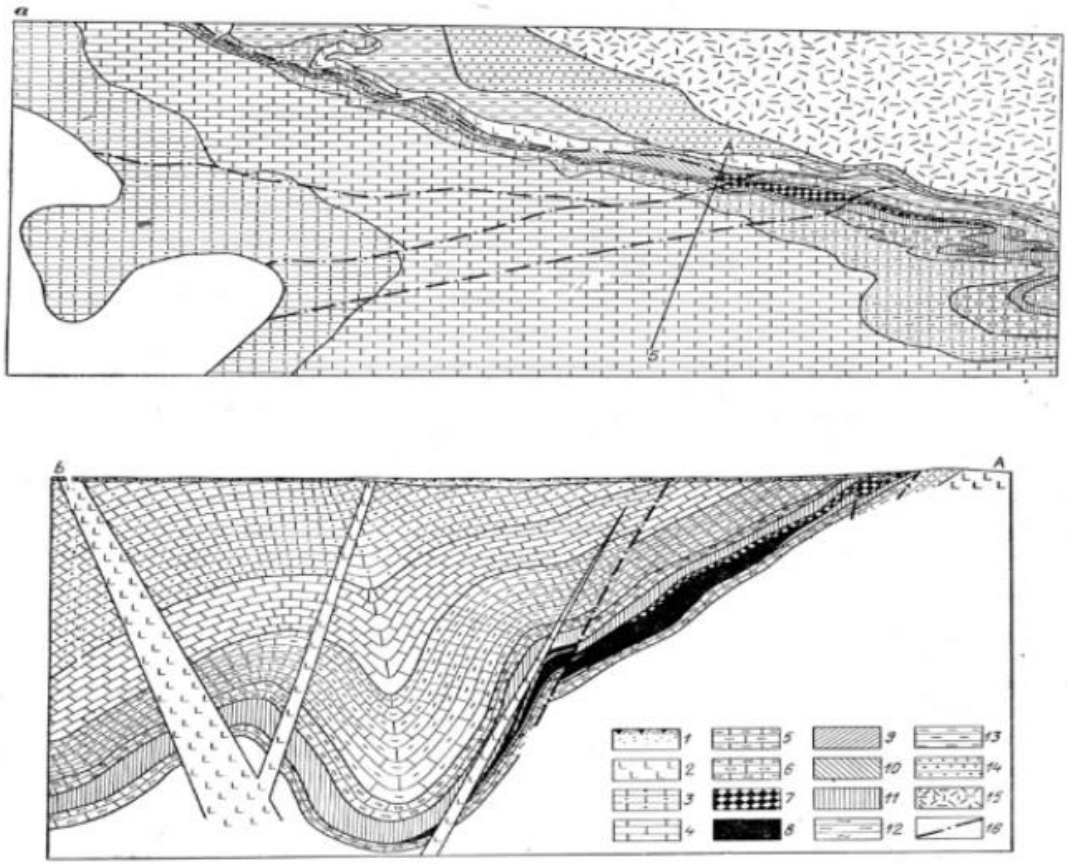


Рисунок 2.2 Каражальский рудный узел

3) Месторождения кор выветривания

А) Аккерманское месторождение

Данное месторождение характеризуется плащеобразными залежами в плане, а в разрез представляет собой следующую последовательность: нижняя часть - карбонатные руды, ближе к поверхности - оксидные руды.

До сих пор идут споры, что является первичной рудой, а что вторичной.

Месторождения кор выветривания являются небольшими по площади, но с большими запасами природно-легированных руд (высокое качество с хорошими примесями кобальт, никель, марганец, хром).

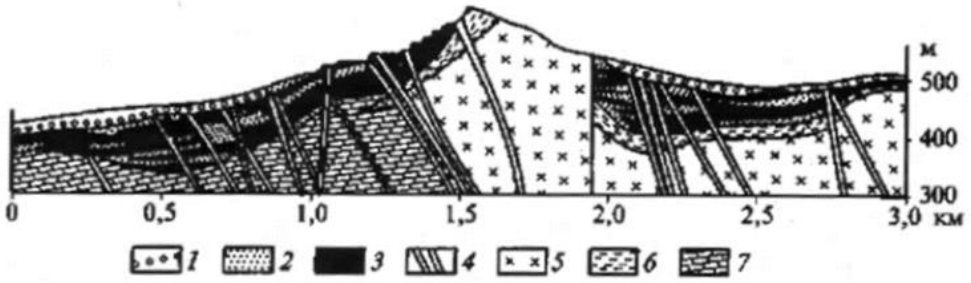
Б) Малкинское месторождение железных руд, Кавказ.

Характеристика: вмещающие породы-серпентиниты, на них кора выветривания - рудная залежь также, как и в Аккерманском месторождении природно-легированных руд.

4) Скарновый ГПТ

Раньше их считали связанными со скарнированием (процессом «скарнов»), но детальное изучение показало, что железорудные месторождения - скарнированные залежи первично осадочных руд.

Гора Магнитная, Россия (рис 2.3)



Пластообразная залежь рудоносных скарнов горы Магнитной

1 — делювий с рудными валунами; *2* — скарны; *3* — рудные участки скарна; *4* — жилы диорита и порфира; *5* — порфириты; *6* — контактово-метаморфизованные туфы; 7— известняки

Рисунок 2.3 Схема строения горы Магнитная

Сарбацское месторождение

Рудное тело данного месторождения обладают субластовой формой. Гипотеза образования: вероятно, первично осадочная, потом скарнирование и приобретение типичных свойств.

Месторождение Таежное - рудное тело имеет согласное залегание с вмещающими породами.

5) Гусевогорский и Качканарский массив

Вмещающие породы: Амфиболиты, плагиоклазы.

В габбро содержится титаномагнетитовые руды с большим содержанием ванадия.

Типичный пример комплексного месторождения (месторождения нескольких ПК).

6) Ковдорское месторождение

Вмещающие породы данного месторождения представлены УО и щелочные комплексами. Также здесь имеется большое количество руд и ПК, железные руды не являются основными, рассмотрим его с других позиций детальнее дальше.

7) Месторождение Коршуновское, Рудногорское

Геологическое строение: Трубообразная структура (похожа на трубку взрыва).

На данном месторождении прослеживается связь с сибирской Трапповой формацией.

Данные месторождения имеют дискуссионную природу - до сих пор непонятно, как образовалось, непонятно взаимоотношение руд с вмещающими породами, ибо есть еще и жильные руды во вмещающих, помимо «пластов» в трубке взрыва.
Был сделан вывод о сложности процесса рудообразования:
В верхней части разреза рудного тела - рудокластовые образования, формирование которых проходило в более поздней стадии.
8) ГПТ апатит-магнетитовые месторождения
Кирунавара
Массивная рудная залежь с крупными параметрами 4 км в длину и на глубину 1 км.
Особенностью данного месторождения является элемент фосфор - вредная примесь, поэтому особенность их в удалении фосфора.
Месторождение имеет сложные представления о генезисе: по мнению одних ученых залежь продукт дифференциации магматических масс на глубине с внедрением по трещинам.
Другие считают, что это подобно вулканогенно-осадочному формированию - после сиенитов в нижней части вверх идет смена на сиенит-порфиры, еще выше рудная залежь с перекрытием кварцевыми-порфирами.
Данное месторождение является достаточно крупным, оруденение, как было показано выше, приурочено к комплексам сиенитов.
9) Железистые кварциты - отдельный уникальный тип, связанный с развитием железисто-кремнистых образований.
Наиболее крупные скопления железных руд приурочены к бассейнам распространения железистых кварцитах
Провинции (в центральных частях платформ расположение):
Озеро Верхнее- протяженные согласные залежи;
Лабрадор (Канада);
Криворожье и КМА;
Минас-Жерайс Бразилия- «железорудный четырехугольник»;
Трансвааль ЮАР;
Хамерсли Австралия - достаточно сложные залежи;
Железистые кварциты могут быть «уподоблены» самой рудной формации железистых кварцитов. Мы имеем такую уникальную ситуацию: геологическая формация = рудная формация.
Железистые кварциты не являются рудой как таковой, рудные залежи связаны с процессами преобразованиями - (в основном, метаморфическими), а далее по ним шли процессы выветривания с формированием окислов.
ЖК (железистые кварциты) — это основа для формирования богатых залежей.

Лекция 3. Основные геолого-генетические типы месторождений марганца

Общая характеристика марганца

Марганец - важнейший металл черной металлургии, очень полезная добавка к стали.

К сожалению, является чрезвычайно дефицитным сырьем в России.

В мире запасы на 2005 год 3692 млрд тонн,56 стран, Россия - 4,1% от этого числа, но основные запасы нашей страны составляют карбонатные руды, низкого промышленного качества.

Добыча 25,92 млн тон в год- 26 стран, России среди них нет.

Уникальные месторождения марганца характеризуются запасами в 1 млрд тонн.

Основные запасы в России сосредоточены на Урале и в Алтае-саянской провинции.

Основными месторождениями в России являются: Усинское, Дурновское (разрабатывается, Кемеровская область); Порожинское - Красноярский край; Парновское (разрабатывается) Свердловская область;

Основными эпохами марганцеобразования являются: протерозой-кембрий, девон, мел-олигоцен;

Месторождения

1) Наиболее крупные месторождения морские осадочные

Никопольский район представлен олигоценовыми месторождениями

Больше-Токматское месторождение

Обладает грандиозными запасами:

Близкое к нему по строению Чиатурское месторождение в Грузии, но оно отработано уже.

2) вулканогенно-осадочные

Усинское месторождение

Разрез представляет собой согласные залежи карбонатного состава в вулканогенно-осадочной формации;

При выходе на поверхность такие «рудные» карбонаты образуют оксидные руды, которые имеют более важное промышленные значение.

Дурновское месторождение - похоже на Усинское, но разрабатывается.

Кусимовское месторождение

Напоминает колчеданное по строению и условиям залегания.

Порожинское месторождение

Парнокское месторождение

Характерна сложная тектоническая обстановка, сложный процесс рудообразования, достаточно сложно в отработке, и не оправдало надежд российских геологов.

Месторождение в центральном Казахстане- Месторождение Каражальского типа

Данный тип месторождений относится к марганценосной кремнисто-известняковой формации.
На ранних стадиях проявлены вулканиты субщелочного состава (трахириолиты, трахибазальты), которые дали причину возникновения оруденения.
С такими условиями образования связаны уникальные по запасам месторождения
В этой провинции есть и уникальные месторождения ПМ (полиметаллических) руд, соответственно, посмотрев на разрез и изучив его мы видим связь, характерную для этой провинции:
внизу ЖМ (железомарганцевые) руды, вверх по разрезу - ПМ руды.
3)выветривания

В последние годы очень важная роль у ЖМ конкреций абиссальных котловин. (рисунок 2.4).
Океанское дно усеяно ими, они очень хороши для промышленности, в них содержится много полезных компонентов, а также иногда встречаются благородные и редкие элементы. Они являются безотходными - их на 100% можно использовать:
Так как они являются пористыми, для начала их можно использовать для сорбции перед промышленным использованием - их можно пустить в сток промышленно вод, чтобы очистить их, и уже потом нести их в «металлургию».

Это одна из 2 формаций оксидный руд океанского дна, вторая - кобальтоносные корки.
Развиты они субширотно планетарно между 35 градусом с.ш. и 42 градусом ю.ш.

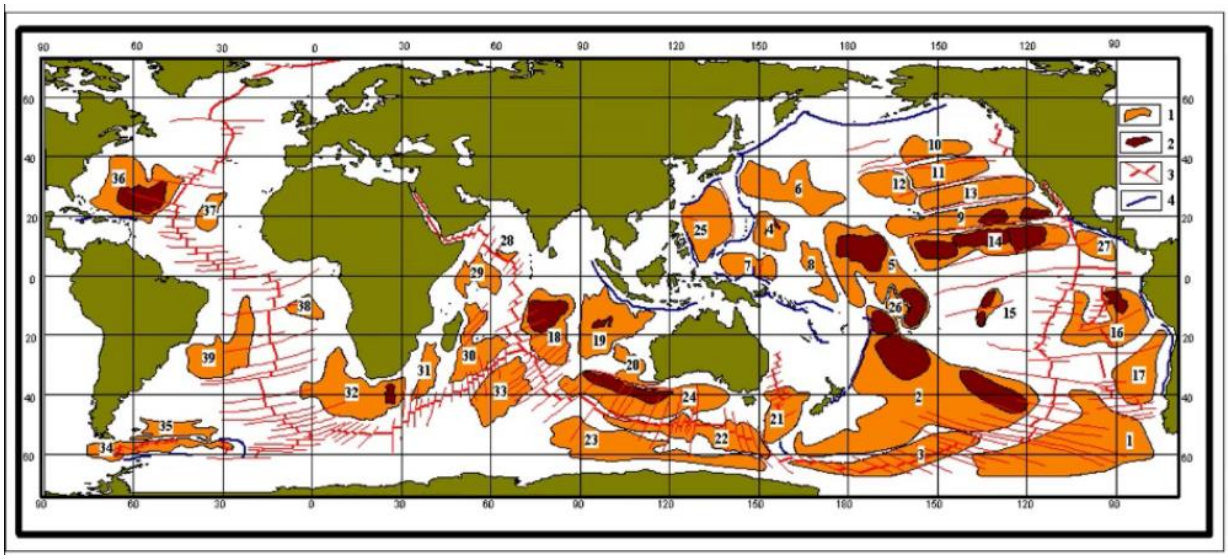


Рисунок 2.4 Схема распространения ЖМ конкреций

Главная провинция - Клареон-Клаппертон, имеет площадь 4,5 тыс км*100 км. На востоке граничит с восточно-тихоокеанским поднятием и погружается к западу.

Строение: толеитовые базальты перекрывающиеся осадочными/вулканогенно-осадочных. Мощность нарастает на запад.

Данная провинция имеет сложный рельеф (на западе-крупные горы, на востоке-«клавишная структура», где и концентрируются конкреции)
Это наиболее крупная и богатая провинция, здесь было много исследований и в конечном итоге ее разделили между теми странами, кто ее исследовал для перспективной добычи (Россия, Япония, Франция, Китай) (Рис. 2.5).

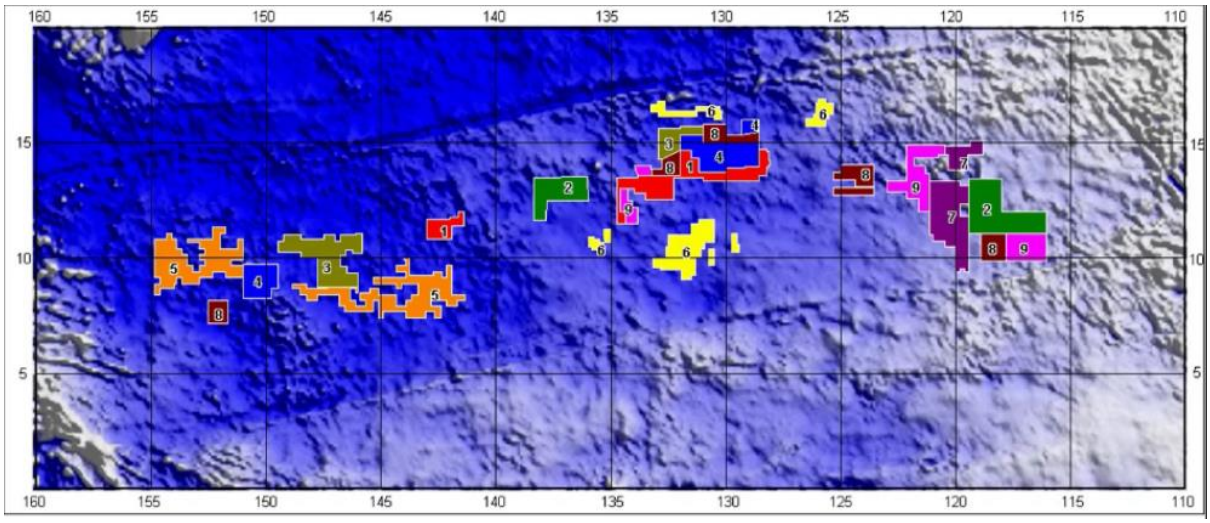


Рисунок 2.5 разделение провинции на части

Красные участки на карте показывают территорию, принадлежащую России, оранжевые- Китаю, Синие-Франции:

Участки были разделены таким образом, чтобы на каждом была примерно равная ресурсная база на каждом участке
Участок России- 75 тыс. км^2, средняя плотность конкреций 9,4 кг м^{2,м}аксимальная плотность до 30 кг м^2
Она обеспечивает длительное (20-25 лет) использование, и дает на выходе 46,5 тонн никеля в год.

Расположение конкреций, как говорилось выше, характеризуется «клавишная» структурой- множество разломов делит на приподнятые 100-200 м участки и более низкие. Конкреции сосредоточенны на возвышенностях.
Такие «рудные тела» протягиваются на 10-100+ км в длину, в ширину на 10+км, а мощность их является высотой конкреций, расположенных на дне.
Строение конкреций: конкреции имеют эллипсовидную форма концентрического строения.
Верхняя часть - гладкая, ровная, нижняя - рыхлая, более сложная по строению.
Внутреннее строение конкреций - неоконцентрическое зональное, не одномоментное образование, очень сложное по истории. «Этапное строение»: разлом - формирование новой оболочки - разлом ее - формирование новой…

Как это часто бывает, имеется другой подход к их изучению, но мы рассмотрим наиболее общепринятый:

Конкреции образуются из-за подтока вещества с нижней части. Существуют многие гипотезы о формировании, мы придерживаемся бактериальной гипотезы их образования. Она подтверждается детальными исследованиями, которые сейчас стали возможны. Выводы, сделанные из этих исследований таковы, что железомарганцевые корки - в прошлом строматолиты, а сами конкреции - онколиты бактериальной природы.

Лекция 4. Основные геолого-генетические типы месторождений меди

Общая характеристика меди

Медь - металл, имеющий огромное значение для человека. Он является первым металлом, освоенный человеком для экономических нужд.

Самородная медь очень часто использовалась древними людьми для создания оружия путем холодной ковки (9 т. Л до н э), а 4 тыс .лет до н. э. человек освоил литье и горячую ковку.

Когда человек научился выделять медь из руды, то началась эпоха «сплавов» из меди: бронза (олово), латунь (цинк), мельхиор (никель), алюминиевая бронза (алюминий).

Медь - один из первых металлов, используемый для чеканки монет.

Запасы подверженные меди в мире 591650 тыс. тонн(без России), с Россией- 650 тыс. тонн.

Во всем мире выделяются следующие этапы «концентрирования» меди в истории Земли:

Медистые песчаники докембрия

Архейские медно-никелевые руды на канадском щите

Поздний палеозой - интенсивное развитие ГПТ меди

Альпийская эпоха - медно-порфировые руды.

Существует 2 крупнейшие провинции в России по запасам - Забайкальский край и Красноярский край, а на Кольском п-ове имеются сульфидно-медно-никелевые руды.

Добыча меди в России идет через сульфидные медно-никелевые месторождения следующими компаниями:

Норникель, УГМК, Учалинский ГОК, Русская медная компания

На 2008 год добыча меди в нашей стране определялась в следующих пропорциях:

Норильский рудный район и Мурманская обл. 60 %

Средний и Южный Урал 20 %

Учалинский р-н (Башкирия и Челябинская обл.) 10 %

Техногенные месторождения (шлаки, шламы, Свердл. обл.) 13 тыс. т/год

Мелкие месторождения Ю. Урала 4 %

Подземное выщелачивание забалансовых руд 3,3 тыс. т/год.

В нашей стране важна роль мелких месторождений из-за их доступности и простоты освоения

ГПТ медных месторождений:

Ниже будут перечислены основные геолого-промышленные типы месторождений меди:

1. Стратиформный (медистые песчаники сланцы) (15 - 20 %) по запасам;
2. Магматический - железомедный в габброидах;

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
teach-in ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

3. Магматический медно-никелевый в ультраосновных породах (2 %)- важный для России) ;
4. Карбонатитовый - только 1 месторождение, но крупное;
5. Меднопорфировый (плутоногенный гидротермальный) (65 - 70 %);
6. Жильный кварцево-сульфидный (1%);
7. Скарновый (2-4 %) ;
8. Медноколчеданный (5 - 8 %)- важный для России (до 55% запасов) ;
9. Кварцево-цеолитовый (самородная медь) (0,1 %);
10. Сульфидные руды океана - черные курильщики;

Кроме этого, есть техногенные месторождения.

Медь разнообразна и образуется в большинстве формаций. Ниже приведены эти формации:

1. Формации у.о. (ультраосновных) пород месторождения - медно-никелевые;
2. Формации у.о. щелочных пород – карбонатитовые месторождения;
3.Габброидные формации железомедные месторождения;
4.Базальтоидные формации - колчеданные месторождения (Важны для экономики страны) ;
5. Формации умеренно кислых гранитоидов – скарновые месторождения- производные скарнового процесса;
6.Гранодиоритовые и гранитовые формации - меднопорфировые месторождения;
7.Гранитовые формации - жильные кварцево-сульфидные месторождения.

Месторождения

1) Центральное рудное поле Джезказганского месторождения

Геология: медистые песчаники и сланцы - пестроцветные терригенные толщи, широко развитые в геологических условиях

Руды характеризуются согласным залеганием с вмещающими породами, отсутствие околорудных изменений (они если и есть, то связаны с наложенными процессами метаморфизма), простой минеральный состав халькозин, борнит, халькопирит пирит, характеризует зональность этих руд

Генезис: прибрежно-морские условия образования

На данном месторождении имеется большое количество попутных компонентов: уран, кобальт, свинец, серебро и другие рассеянные, выделяются подразделения, обогащенные определенным попутным компонентом.

Месторождение имеет крупные размеры - бассейновые распространения, вплоть до уникальных.

Ср. сод. меди в данном месторождении 1-6% (2%- богатая медная руда).

Раньше считалось, что данные месторождения - телетермальные (гидротермальные, низкотемпературные, удаленные от очагов магмы)

Мы же считаем, что они не связаны с такими процессами, они связаны с осадочными процессами

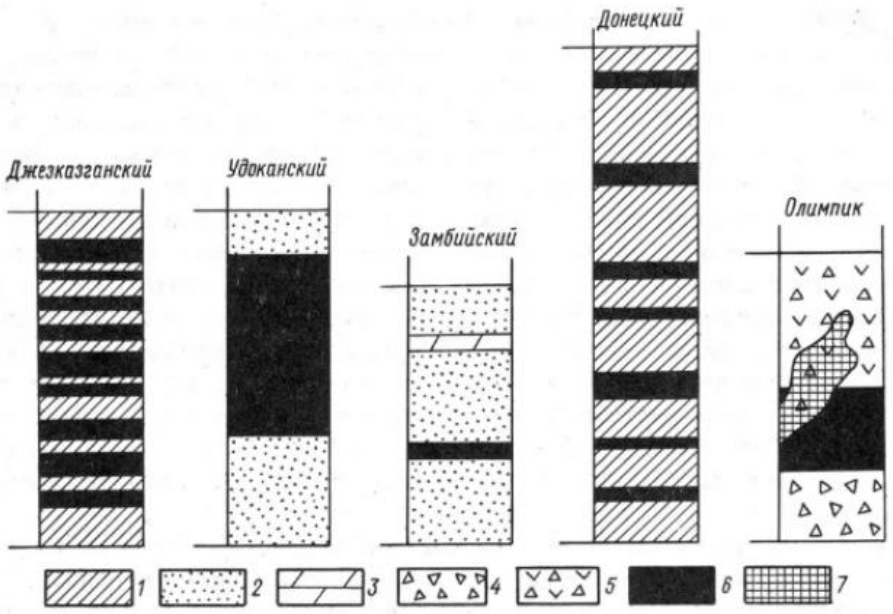
Удоканское месторождение

Особенность данного месторождения - компактное расположение рудной залежи, представляющей собой единый горизонт;

Месторождение Чамбиши-Майн (Африка)

Рудная залежь текущего месторождения - единый горизонт;

Различие месторождений меди представлены ниже(рисунок 4.1)



Строение рудовмещающих толщ различных типов месторождений медистых песчаников и сланцев.

1 — красноцветные песчаники; *2* — серые песчаники, кварциты слюдистые и массивные; *3* — доломиты; *4* — молассовые (грубообломочные) пестроцветные брекчии; *5* — вулканогенно-молассовые пестроцветные брекчии; *6* — рудные пачки; *7* — медистые брекчии с секущим по отношению к вмещающим породам оруденением.

Рисунок 4.1 Различие месторождений меди

Месторождение Олимпик-дамп

У данного месторождения спорная позиция по отнесению к ГПТ. Оно уникальное по запасам золота, меди, урана

2) Магматический - железомедный

Процесс рудообразования дифференциации магматических масс на глубине Волковское месторождение.

Дифференциация позволяет здесь в процессе разделять области концентрации меди, титана.

3) Медно-порфировые месторождения

Обычно связаны с вулканно-плутоническими комплексами.

Они локализуются в завершающих интрузивных комплексах вулкано-плутонического магматизма;

Руды представлены вкрапленными, прожилковыми рудами, штокверковое строения занимают верхние части внедренных магматических масс в окружении вмещающих пород;
Руды имеют зональное строение;

Прожилково-вкрапленные руды месторождения в Чили- Чукика-Мата - наиболее крупного месторождения в мире (уникальные запасы - 5млн тонн)
А в данном месторождении запасы 20 млн тонн!

Данное месторождение - «переходное» месторождение от штокверковых медно-порфировых к жильным рудам:

Рудное поле Бьютт

Изучая детально это месторождение, мы можем понять последовательность формирования жил.
Жилы представляют собой типичные жилы (наличие в жиле участков рудных столбов).
Самая знаменитая - жила Анаконда - самая крупная жила в рудном поле, оруденение в ней неоднородно - то пустые участки, то участки богатые ПК,
Образование рудных столбов происходит по морфологии трещинных зон и, соответственно, происходит развитие разновозрастных жильных образований.

4) Скарновые месторождения

Месторождение Саяк

Рудные зоны располагаются согласно с вмещающими породами, вполне возможно первичное содержание и последствие скарнирования

Фроловское месторождение

Месторождение находится на Урале и имеет девонский возраст;
Классическая скарновая залежь на контакте кварцевых диоритов и вмещающих карбонатных пород;
Есть более поздние дайки диорит-порфиритов, но они не повлияли никак на рудное тело.

Месторождение лавовой серии Портедж-Лейк от Виктории до п-ва Кивино

Толща конгломератов, переслаивающихся с вулканитами (риолиты). В результате геохимического дифференцирования возникает рудная залежь самородной меди. Возможно, концентрации меди связаны с остыванием вулканогенных пород в осадочной толще и дифференциацией вещества в лавовом потоке.

5) Колчеданные месторождения

Рудник Футуробе (Япония) - месторождения Куроко

Важный пример понимания учеными колчеданного рудного образования-эталон генезиса колчеданного рудообразования.
Долгое время «колчеданка» рассматривалась метасоматического генезиса связанных с внедрением гранитоидов.
Самые известные - неогеновые (миоценовые) месторождения, легко «читаемые» для геологов.

Колчеданные месторождения о. Кипр

Колчеданное рудообразование идет в процессе накопления осадочных толщ.

Зональность месторождения: вкрапленные руды-прожилковые руды-сульфиды по шаровой отдельности-жильные сульфиды-массивные сульфидные руды-осадочная зона разрушения руды- снова вулканогенные (верхние подушечные лавы);

Также тут присутствуют биологические объекты- червеобразные организмы, помогающие понять нам генезис месторождений.

Орловское месторождение (Алтай)

Образуются на стадиях затухающего вулканизма и смене на осадочных процесс-формирование колчеданных залежей.

6) Руды мирового океана (гидротермальные/ гидротермально-осадочные руды мирового океана)

Долгое время считалось, что сульфидные руды не могут образовываться из-за агрессивной морской воды;

Но когда нашли черные курильщики и была выяснена их позиция (связь с зонами СОХ и поднятий), то срочно была пересмотрена позиция сульфидных руд морского дня

Удалось обнаружить «прообразы» формирования колчеданных руд - образование сульфидных залежей на морском дне из-за проникновения гидротермальных рудных растворов;

2 ипостаси формирования: проникающие гидротермальные растворы образуют залежи среди илов - Красноморский рифт.

Вторая- черные курильщики- постройки сульфидные на морском дне с червеобразными прикрепленными организмами (вестиментиферы и бактериальные маты).

Изучение сульфидных образований в СОХ привели к обнаружению крупных скоплений руд - рудных полей с промышленными значениями (Ашадзе, Семенов, Логачев, Краснов, Петербургское и др. в Атлантическом океане).

Русские ученые получили контракт на изучение и последующую освоению таких рудных залежей — это третий контракт с МОМдом (первый - изучение и разработку конкреций марганцевых, второй - на кобальтоносные корки).

Была придумана схема формирования таких месторождений.

В морском дне есть трещины, вода проникает туда, нагревается на глубине от магматического очага, «обогащается» выщелачиванными из вмещающих пород полезными компонентами и поступает назад через трещины на морское дно (процесс, так называемой, «конвективной ячейки»).

В течение 10 млн лет вся вода прокачивается через такие ячейки.

Но сейчас гипотеза подвергается критике - оппоненты выдвигают теорию Эндогенной поставки рудного вещества - большое количество рудных компонентов из магматических очагов поступает на морское дно.

Лекция 5. Основные геолого-генетические типы месторождений свинца и цинка

Общая характеристика свинца и цинка

Данные элементы образуют совместные месторождения, руды обычно являются комплексными.

Свинец известен за 6-7 тыс. лет до н. э., а цинк металлический стал известен в 1520 году, В Европе добыча началась с 1740 года, до этого его из Китая возили.

Россия по запасам занимает 3-4 место по запасам свинца и 5 место по запасам цинка

Суммарные подтвержденные запасы в мире 107509 тыс. т.

Данные месторождения в 90% всегда комплексные и Попутные компоненты, добывающие при их разработке - кадмий, теллур, серебро, золото, селен- в месторождениях свинца и цинка они дают промышленное количество.

В свинцово цинковых рудах - 80% мировых запасов кадмия, 40% таллия,25-30% селена теллура инндия,15-20% галлия и висмута и до 50% серебра.

Классификация руд по содержанию: богатые - более 4 % свинца или свинец +цинк больше 7%; бедные руды свинца до 1%, или свинец +цинк меньше 4%.

ГПТ и примеры месторождений

Скарновый ГПТ

Николаевское месторождение относится к группе жильно-гидротермальных;

Месторождения этой группы представлены жильными рудными телами. Месторождение Згид (Алания) ;

Месторождения экзогенно-эндогенной серии (колчеданного семейства):

Они уже были частично разобраны в предыдущей лекции; мы добавим немного знаний:

Во всем мире выделяются несколько типов колчеданно-полиметаллических месторождений:

кипрский, уральский, малокавказский, рудно-алтайский (Куроко), филизчайский, атасуйский, каратауский.

Их эволюционный ряд представлен ниже: редко уменьшаются вулканические породы (слева направо), нарастание терригенных пород, постепенное увеличение вулканитов кислого состава к малокавказскому, потом затухание, слева направо происходит смена натровых формаций калиевыми. Также происходит смена состава руд - в рудах уменьшается количество меди, возрастает количество свинца, а у цинка сложнее зависимость.

Уральский тип месторождений (подольское месторождение) В данных месторождениях закономерная позиция рудных тел - участки интенсивного вулканизма, начало затухания и образование «осадочного чехла»

Узельгинское месторождение - Его нижняя часть представляет собой интенсивно преобразованные породы, выше идет прекращение вулканизма, формирование рудных тел, далее осадочные породы - снова позиция на смене режимов вулканизма.

Месторождение Чебачье- та же схема
Для объектов среднего Урала характерно: расположение в зоне метаморфизма, рудные тела локализуются в метаморфических породах.

Тип Куроко - месторождения миоцена, небольшие по масштабам, но показательны в геологических особенностях - рудные тела среду вулканогенного разреза, на смене разного типа вулканизма, руды здесь находятся с подводящими каналами, далее массивные руды более медные/цинковые, вверху преимущественно ХП (халькопиритового) состава.

Рудноатайский тип - рудоносная формация имеет антидромное строение- в ранних породах -кислые, средние и перекрыта породами основного состава. Но руды тоже обладают обычной последовательностью:
внизу-свинцово-цинковые, вверху - более цинковые, колчеданно - ПМ образования

Орловское месторождение - обладает всеми признаками колчеданных залежей:
Рудные тела представляют собой линзовидные тела, расположенные в депрессионных структурах или на склонах вулканических сооружений, перекрываются породами с большим количеством осадочного материала.

Риддер-Сокольное месторождение находится на Рудном Алтае, на территории Казахстана
Руды образуют куполообразную структуру с подводящими каналами внизу - «медузообразные структуры».
Очень часто участки перемещенных руд имеют куполоносную структуру и из-за разрежения перемещаются обломочные руды с образованием залежей слоистых, тонкослоистых руд на склонах купола.
Руды имеют чётко выраженное зональное строение: внизу КПМ, в верхних частях-больше свинцово-цинковые+(барий!).

Эволюция процесса рудообразования: Безрудный процесс - формирование кварцитов, рудный процесс, завещающий - безрудный с формированием доломитизированных и хлоритизированных пород.
Купола очень часто находятся на пересечении разломов. Если понять морфологию, то можно будет очень грамотно расставлять скважины и подсекать нужные части.
Также имеется зональность руд: медно-КЧ, колчеданные (КЧ), ПМ руды - она (зональность) помогает правильно понять позицию рудных тел и приуроченность к определенному типу вулканическим структурам

Этапы формирования
1) формирование купольных структур кварц-серицитового состава;
2) формирование руд КПМ на поверхности морского дна из-за вулканогенно-осадочных процессов;
На подводящих каналах руды эпигенетические, жильные, метасоматические

3) после формирования рудных тел - взаимодействие с более поздними растворами, что приводило к миграции компонентов и формирование более молодых залежей в верхах разреза.

в вулканогенных формациях -

Месторождения этой группы представлены широко известными рудно-алтайским типом, близким к нему типом Куроко, Хандизинским типом и другими. Они связаны с контрастно- и последовательно дифференцированными базальтоидными формациями — базальт-риолитовой, базальт-андезито-дацито-риолитовой и другими, развивающимися в пределах островодужных систем.

Озерное месторождение находится в Западном Забайкалье - тела связанны с вулканогенно-осадочными формациями - туфами и осадочным материалом. Они образуют пластовые, субпластовые тела, согласные с вмещающими породами .

в терригенных формациях -

Месторождения этой группы связаны с углеродистыми терригенно-флишоидными формациями, в состав которых нередко входят вулканогенные комплексы базальтового или риолито-базальтового ряда натровой или калиевой специализации, сильно редуцированные по сравнению с формациями предшествующей группы.

Холоднинское месторождение в Северном Прибайкалье, Горевское месторождение расположено в Енисейском кряже. Месторождение Мак-Артур-Ривер — одно из крупнейших в мире, находится в Австралии

Ушкатын-3- уникальное месторождение. Стратиграфически представляют собой синклинальную складку верхнего девона;

С одной стороны здесь руды марганцевого состава, КПМ, а с другой стороны - колчеданного состава, свинцово-цинковые

Можно сделать вывод, что в бассейне рудообразования были 2 разные зоны: в одной марганцевые руды, в другой - К (колчеданные), КПМ (колчедан-полиметаллические) руды. Сам бассейн рудонакопления был резко различен по фациальной остановки.

Стратиформные месторождения в карбонатных породах -

В большинстве случаев свинцово-цинковые стратиформные месторождения связаны с карбонатными формациями, образовавшимися в подвижных зонах внутренних и краевых частей платформ, в эпиплатформенных рифтовых структурах, и значительно реже в складчатых областях — на срединных массивах, в миогеосинклинальных зонах, сопряженных с платформами или срединными массивами

Месторождение Миргалимсай (Казахстан), Месторождения рудного района Юго-Восточного Миссури

Лекция 6. Основные геолого-генетические типы месторождений золота

Общая характеристика золота

Один из первых металлов, освоенный человечеством. Играет важнейшую роль в жизни человека.

Внес 3 «аспекта-вклада» в развитие человечества: минеральный, ценностный и художественно-эстетический.

Первые провинции, где добывалось золото- арамейская и нубийская пустыни (4 тыс. до н. э.) Здесь было добыто около 3,5 тыс. тонн золота - 30 династий фараонов жили за счет этого. Золото вначале добывалось из россыпей, а в эпоху раннего царства началась добыча рудного золота.

При первом фараоне золото стало предметом ценности - его стали взвешивать.

В 21 веке до н. э. научились получать чистое золото из сплава с серебром.

В России есть золотая коллекция в Кремле, в алмазном фонде. Там находятся самородки золота «Большой Треугольник» «Верблюд», «Мефистофель», «Заячьи уши».

Как это ни странно звучит, но первая геологическая карта - геологическая карта золоторудного месторождения (показана топография, места обитания людей, гора, из которой золото добывается, участки промывки золота…)

Из золота делались монеты во времена древней Руси, хотя до 18 века в России не было найдено золота.

Мировые запасы золота подверженные - 54038 тонн, без России. Россия занимает-второе место в мире по запасам.

Основные провинции - Урал, южная Сибирь и восточная часть Сибири, а также дальний восток.

Основные запасы сосредоточенны в восточной и северо-восточной частях России.

<u>История изучения Золота в России:</u>

В России долго был недостаток, направлялись серьезные «поисковые партии» в 16-18 веках в Приуралье.

В 1721 году при заключении Ништадского мира со Швецией была отчеканена медаль из «злата домашнего», в то время, когда еще не было открыто золото России. Петр Первый чуть слукавил, но хотел тем самым подчеркнуть «независимость» России.

ГПТ типы золота:

Они достаточно изучены и очень многочисленны. Основные объекты мы разберем ниже.

<u>1) Месторождение Мурунтау, Россия</u>

Штокверковое месторождение, в котором ориентировка трещин совпадает с напластованием пород.

Вмещающие породы представляют из себя толщи черных углистых сланцев/песчаников.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
teach-in ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

Распределение металла неоднородно: в несовпадающих жилах концентрация чуть меньше, чем в совпадающих

2) Месторождение Бендиго

В структурном плане выделяются оси рудоносных антиклиналей. В замковых частях этих антиклиналей имеются вкраплённости золота. Почему золото концентрируется в замковых частях? В силу тектонических условий зон напряжения и формирования здесь кварцевых золотоносных жил.

Подводящие к антиклиналям каналы, обогащены золотом также, они имеют секущее положение.

3) Месторождение Березовское (крупнейшее в России).

Характеристика: среди палеозойских вулканогенно-осадочных образований серия параллельный протяженных жил, приуроченных к дайкам среднего-основного состава, содержащих золото.

Здесь дайки четко рассечены большим количеством кварцевых жил- эта ситуация получила название «лестничные жилы».

Жилы, выходящие за пределы даек и их соединяющие, получили название - красичные жилы.

4) Месторождение Колар, Индия

Блок площадью 20 км при ширине 1 км.

Протяжённые кварцевые жилы являются золоторудными, разрабатывается в течение веков, добыто 700 тонн золота.

Исторический анекдот:

В России было мало золота, пока не открыли наши месторождения. Екатерина вторая в 1770-х подписала манифест о введение в России бумажных денег, так как не хватало золота (были медные монеты, бедные по содержанию. 1000 рублей медной монетой весили 62 пуда) Анекдот, когда МВ Ломоносову была выдана премия в размере 2000 рублей- как он ее доставил себе домой?? Таким образом бумажные деньги оправданно вели

5) Месторождение Крипл-Крик

Месторождение связано с вулканизмом - бывший вулкан на основании древних гранитов.

Тело вулкана рассечено жилами золотоносными; само оруденение связано с вулканизмом.

Есть жилы радиальные и поперечные.

6) Месторождение Карлин (Девон) - карлинский тип месторождений

Золото в осадочных породах в виде тонкодисперсной вкрапленности в сланцах на тектоническом контакте сланцев и карбонатных толщ.

Золото часто дает заметные скопления в черносланцевых толщах.

Золото невысокой концентрации, но практически всегда оно есть в черных сланцах.

Существует много месторождений такого типа и разного возраста.

Дискуссионные вопросы вызывают эти месторождения (многие исследователи считают, что золото наложенное, оно связано с гидротермальной деятельностью).

7) Месторождение сухой лог, Россия

Также приурочено к черным сланцам:
Толщи переслаивания песчаников, сланцев и карбонатных пород.
Структурно представлено лежачей складкой, в центральной части с рудной залежью. Концентрация золота обусловлена тектоникой, которая способствовала перемещению рудных концентраций в определённые места.
Формирования залежей сопровождались интенсивными напряжениями с формированием секущих жил (кварц-золотых).

8) Месторождение Хоумстейк, США

Это месторождение формировалось в несколько этапов
Сначала толша черных сланцев, далее этап интенсивной складчатости и возникновение итоговой структуры.
Первый этап складчатости закончился тем, что рудный процесс прервался и началось формирование россыпных месторождений из-за уничтожения рудных полей, а потом снова началась тектоническая активность с формированием рудных полей.

9) Бассейн Витватерсранд, ЮАР

«Все золото мира здесь»
Золото здесь в виде образований связанных с толщей конгломератов.
Мощный разрез чередования конгломератов, сланцев и осадочных пород, структура длительного развития дельтовых образований. В самих конгломератах есть золото, которое характеризуется приуроченностью к нижним участкам конгломератов, хорошо проработанных, окатанных гальках конгломератов.

Золотоносные породы располагаются веероподобной структурой, что и подтверждает дельтовую природу.
Рудные залежи обладают признаками россыпного характера: конгломераты с участками обогащенные золотом, золото сопровождается рутилом, цирконом, и других; но некоторые считают, что оруденение - наложенное и связанное с более поздними процессами-образует вкрапленности, прожилки и прочее- гидротермальная природа.

Мнение преподавателя на этот счет:
1 место главнее общегеологические особенности региона - развитие дельтовых образований
А прочие особенности связаны с метаморфизмом и дальнейшим изменением, которые к первичному рудообразованию отношения не имеют.

Лекция 7. Основные геолого-генетические типы месторождений олова и вольфрама и молибдена

Общая характеристика элементов

Олово по праву входит в ряд исторических металлов- ведь есть даже бронзовый век- 5 и 1 тыс.. до н. э.

Извлечено с момента появления человека около 7млн тонн олова.

Подверженные мировые запасы составляют 7,3 млн. т

Главнейшие минеральные ресурсы олова России сосредоточены в восточной части страны- Чукотка, Охотская, Яно-колымская провинция.

Основные запасы сосредоточенны в следующих месторождениях: в Якутии- Депутатское(крупнейшее),

В Приморье-Фестивальное, Тигриное.

Россия занимает 8 место по запасам олова. В нашей стране 215 месторождений, 152 россыпных и 65 коренных.

Годовое производство концентратов - мировое 283 тыс. тонн, Китай- первый, Россия- 4.

Главные мировые месторождения олова располагаются в разных по возрасту и по геотектоническим условиям.

ГПТ олова:

1) Литофильные -

К ним относят редкометалльно-оловянные, скарновые, пегматитовые, грейзеновые, часть плутоногенно-гидротермальных.

Ассоциации минералов и формаций: бериллий, фтор, литий, вольфрам, тантал-ниобий-касситерит-кварцевая формация.

2) Сидерофильные - к ним относят ПМ оловянные, гидротермальные, плутоногенные, вулканогенные

Ассоциация минералов и формаций: железо, бор, сера, мышьяк, медь: касситерит-силикатная и касситерит-сульфидная формация

Гидротермально-плутоногенные месторождения

1)пегматитовые месторождения

Месторождение Маноно-Китотоло (Заир,Конго)

Протяженность 500 м, мощность до 100м, представлено мощными пегматитовыми жилы.

2) Скарновые месторождения

Кительское месторождение

Ярославское месторождение - представляет собой скарновую рудную залежь в традиционной позиции - на контакте карбонатных пород с магматическим телом.

Месторождение Лаочан (Китай) - имеет также традиционную позицию - контакт гранитов с известняками- достаточно крупное месторождение

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
teach-in ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

3)Группа грейзеновых месторождений:
важный ГПТ.
Особенность его заключается в формировании на контакте вмещающих пород и кислых магматических пород;
Оруденение имеется как и в эндо-, так и в экзоконтактовой зоне.
Внедренные вмещающие породы (гранитоиды) формируют толщу грейзенов - резко изменённых пород куполообразный – штокверк-кварцевых образований.
Существует плавный переход от жил к грейзенам;
Общая схема образования подобных месторождений: рудообразующие гранитоидные массы, вмещающие грейзенированные породы, и серые кварцевые жилы вверху
Месторождение Альтерберг: внедренный шток гранитоидных пород, внедренный во вмещающий породы (магматические) образование пигматоидной зоны штокнайдера и рудной залежи образование выше грейзеновых пород;
Руда-прожилково-вкрапленные;
Месторождение Циннвальд
Пыркакайское месторождение (Чукотка)
Располагается в надкупольной зоне кислого интрузива, оруденение выше грейзеновой зоны в зоне кварцевых жил (выводящихся на поверхность)
Депутатское месторождение
Достаточно крупное, на севере Якутии.
В верхних горизонтах кварцевые жилы с оловом, образующие на поверхность россыпи
На более глубоких горизонтах-они являются уже грейзеновыми залежами.
Наблюдаем переход «грейзен-обычные кварцевые жилы». Это яркий пример сочетания кварц-рудных объектов с россыпями
Месторождение Бушвельд
Наиболее позднее проявление магматизма - не очень крупные оловянные месторождения, но сам факт наличия таковых- весьма значимый факт.
В ряде случаев образуются оловоносные трубки (трубка гранофиров с касситеритом).

Наиболее интересный- Корнуэльский рудный район
Древнейшая рудная провинция. Раньше называли ее «касситериты». Большинство руды отсюда шло на экспорт.
Основной порт разгрузки - Бронгизе на Адриатике, где поток оловянных руд с Англии встречался с потоком медных руд из центральной Европы, и давал прекрасный сплав, который дал название эпохи!
Штоки гранитоидов обрамляются зонально расположенными месторождениями: оловянные-медные- ПМ руды.
Зональность отвечает за формирование эндогенных рудных месторождений.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
teach-in ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

Здесь также есть техногенные месторождения- упавшие при погрузке в море руды. Накопленные за долгие века, они представляют сейчас интерес.
В настоящее время много рудников уже истощилось и теперь там заброшенная территория.
Добывалась руда шахтами и с поверхности, некоторые шахты уходят под дно моря-это один из первых таких опытов.

Хапчерагинское рудное поле

Здесь также проявлено зональность месторождения-олово-вольфрам-медь-ПМ
Хрустальное месторождение - яркий пример жильного месторождения.

Вулканогенные месторождения

Приуроченные к вулканическим аппаратам- жерловые зоны вулкана со штокверковыми зонами, часто очень богатые по содержанию.
1) Месторождение Льяльягуа, Боливия
2)Месторождение Чоролька (Боливия)
Олово-серебряное месторождение. Геология объекта достаточно интересная: вулканический аппарат - жерло сложенное туфами, брекчиями обломочными;
Рассекается серией кварцевых-касситеритового-оловянно-серебряными жилами;
Так называемый боливийский тип месторождений.

В России есть подобное - Звездное (Дальний Восток), и Ледяное - в них руды приурочены к жерловой зоне вулканов

Зональность на модели оловянно-ПМ месторождения

А) наиболее высокотемпературная олово-вольфрам молибденовая зона - грейзеновые метасоматозы
Б) касситерит-турмалиновое оруденение
В) касситерит-хлоритовое оруденение - олово свинец цинк медь
Г) самая удаленная зона - свинец, цинк, медь, серебро
Модель показывает нам зональность температурных условий и условий давления
Модель дает надёжный поисковый критерий - его важно «уметь читать»

Эволюция оловянных месторождений.
1) Оловоносно-редкометалльные пегматиты - пик протерозой, ранний палеозой
2) Кварц-касситеритовая зона - ранний палеозой, юра-триас
3) Касситерит силикатные - палеозой (Пермь-триас)
4) Сульфидно-касситеритовые - мел-палеоген

ВОЛЬФРАМ

Запасы в мире 3050 тыс. т. без России, основные запасы в Китае (60%).

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
teach-in ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

В России ресурсы сосредоточены в южной Сибири, на южном Урале, Чукотке и в Приморье.
Производство вольфрама - 62,36 тыс. тонн. В Китае- 89%, Россия- второе место (5,6%)

Месторождения России:

Тырнауз
Инкурское
Хаптасанское
Лермонтовское, Восток-2, Бом-горхонское (разрабатываемые)

Вольфрамовые месторождения располагаются в различных регионах. Равномерное распределение месторождений по регионам:
Главнейший ГПТ- скарновый (схема 7.1)
Основной минерал для вольфрама - шеелит.

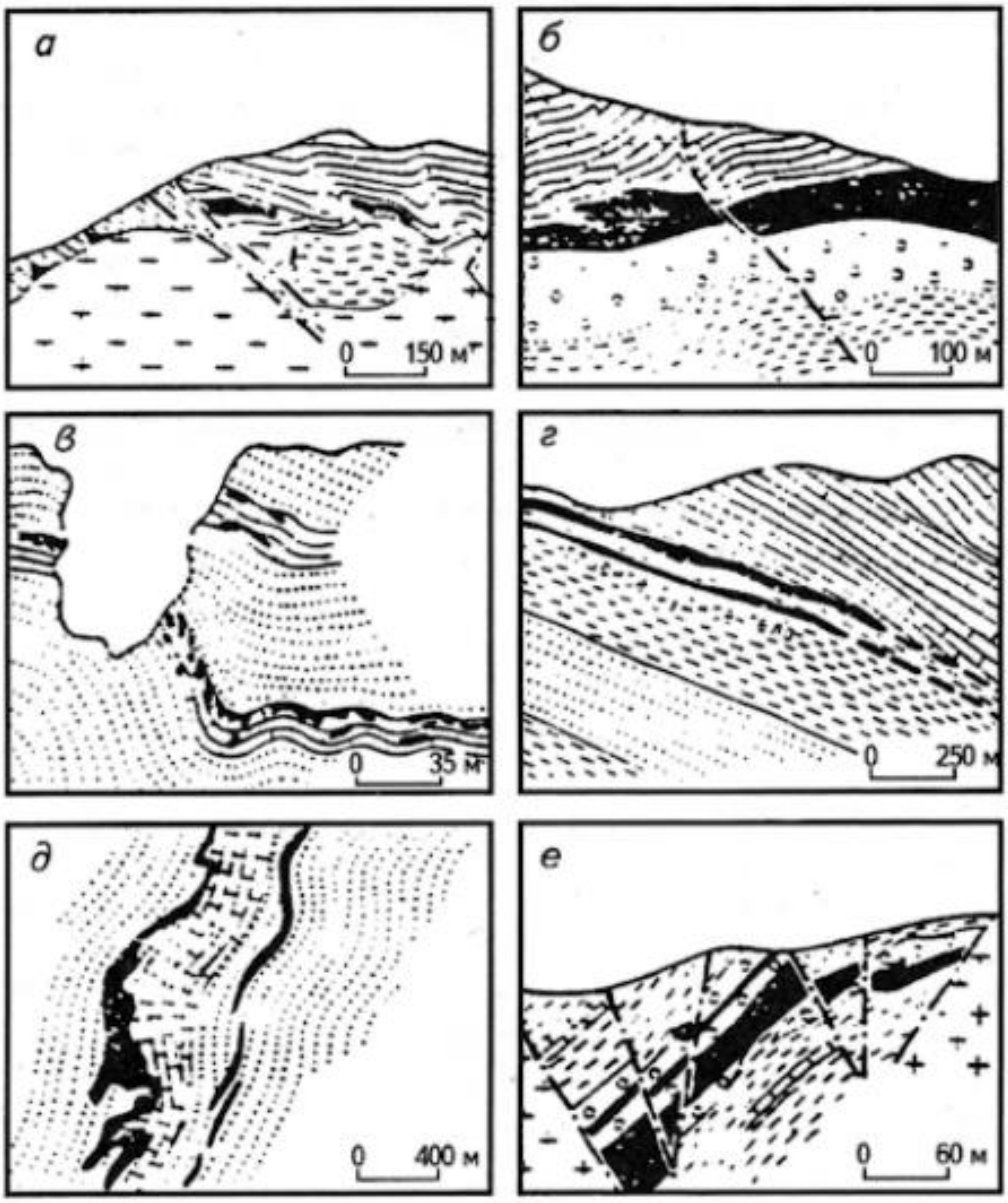


Схема 7.1 Схема формирования вольфрамовых месторождений

Залежи шеелита представляют собой стратиформную позицию - согласное залегание с вмещающими породами

Возможно они имели первичное осадочное/вулканогенно-осадочное положение, впоследствии «скарнировавшись».

Месторождение восток 2

Рудные тела имеют согласное положение со вмещающими их породами, что типично для данного «типа».

Месторождение Индичке - рудное тело расположено в зоне контакта магматических образований с карбонатными породами, он немного осложнен тектоникой, что дает залежи особую форму.

Месторождение Черух-Дейрон- сохранились только рудные тела и небольшие участки изменённых рудных пород.

Грейзеновые месторождения - комплексные руды вольфрам-оловянное Циннвальд.

Рудные тела расположены в эндоконтактовой части и сопровождаются грейзенизацией. Штокверковые руды грейзенового типа, а вверху накрываются «кварцевой шляпой». Формирование происходило так, как мы и привыкли понимать - внедряется гранитоидная масса с погружением каменной обломочной массы внутрь, а наверху появление кварцевых жил.

Лекция 8. Основные геолого-генетические типы месторождений ртути и сурьмы

Общая характеристика элементов

В течение длительного времени Южная Европа находилась в составе арабского халифата.

Он прославился тем, что с 10 по 12 век имел расцвет и в это время ходила легенда, согласно которой во дворце халифа в Испании существовал ртутный фонтан-бахчисарайского типа. Легенда легендой, но не так далеко располагалось месторождение Аль-Мадон - крупнейшее месторождение ртути в мире. Давал 1 млн тонн.

Ртуть использовали китайцы в медицине, греки тоже были знакомы с ней и сейчас известным методики извлечения ртути, она пользовалась успехов в древние времена.

Сурьма - исторический элемент - сосуды в Вавилоне возрастом 3000 до н. э. были сделаны из сурьмы. Алхимики знали многие свойства сурьмы, например, растворение металлов. Поэтому у них она имела знак волка с раскрытой пастью.

В 21 веке использование ртути сокращается из-за ее токсичности;

Сурьма в древности применялась в косметике и фармацевтики, а сейчас является важным компонентом противопожарных покрытий.

В России сурьма используется широко и по запасам ее наша страна занимает 3 место, а по добычи и производству - 2, но с большим отрывом от первого места.

ГПТ сурьмы и ртути

1) стратиформное месторождение ртути имеют кварц-диккитовый тип (42-44%). Характерные месторождения - Аль-Мадан и Никитовка;

карбонатный тип рудных месторождений (7-8%) - Иттрия;

россыпные месторождения не имеют промышленного значения;

Джаспероидный тип - сурьмяно-ртутные месторождения (7-9% по ртути, 70% по сурьме). Знаменитые месторождения- Сегуаньшань, Хайдаркан;

2)гидротермально-вулканогенные месторождения: карбонатно-полиаргиллитный тип -14% сурьмы. Месторождение Мунтамиата

Лиственитовый тип - 13-14% сурьмы. Крупнейшие месторождения в мире - Нью-Альмадан, Чаган-Узун

Опалит-алунитовый тип представлен следующими месторождениями - вулкан Менделеева, в кальдере Мзуон (Камчатка) - не являются промышленным типом;

Кварц-антимонитовые месторождения (30% запасов мира)

3) Гидротермально-плутоногенные типы редки - кварц-золото-антимонитовый тип месторождение Сарылах - крупнейшие месторождения сосредоточены в складчатых зонах Альпийского и киммерийского возраста

Крупные месторождения :

1) Месторождение Альмаден

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
teach-in ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

Находится на территории Центральной Испании, само рудное тело представляет собой 3 крутопадающих пласта - песчаники возраста ордовик - нижний силур,
главный пласт - Сан-Педро - размером 10-14м 650 м простирания, при среднем содержании ртути 5,5%, сейчас же уже достаточно выработано и концентрация составляет не более 1%.
Запасы месторождения составляют 1млн тонн, с учетом уже добытого.
2) Месторождение Никитовка, Донбасс
Угленосная донецкая моласса с карбонатами, пиритом и кварцем.
Особенность заключается в изотопном составе серы - однородный, близок к метеоритному стандарту, следовательно, ртуть имеет глубинный источник.
Согласные руды залегают среди песчанистых образований, и выделяется 7 горизонтов в антиклинальных структурах, интервал 1,2 км.
В рудоносных формациях в редуцированном виде присутствует магматизм андезит-трахидацитового состава, следовательно, источником металлов были глубинные источники.
3) *Карбонатный тип - Месторождение Идрия (Иттрия)*
2 место по запасам, за 450 лет добыто 200000 тонн металла
Вмещающие породы сероносные конгломераты, более битуминозные, в основании формации- редуцированные базальты.
4) Карбонатно-полиаргиллитовый тип. Месторождение Монте-Амиата
Связаны с субаэральном вулканизмов - четвертичные трахиты, под ними брекчии, горячие источники, неизменные породы и рудные тела киновари, реальгара, аурипигмента и других минералов.
Характерной особенностью является «Живой» тип месторождения - до сих пор «действует»
Форма рудного тела-древообразная, а само рудное поле на 30 км прослеживается.
5) Лиственнитовый тип месторождение Чаганузун
Рудная залежь располагается среди гидротермально изменённых пород лиственитового типа.
Есть мнение, что оруденение связано с более молодыми комплексами.
Месторождение Нью-Альмаден, США
Характеризуется тем, что ртутная руда находится по контакту на серпентинитах, осложнённых тектоническими нарушениями. Они перекрываются песчаниками и сланцами вверх разреза.
6) Джаспероидный тип (Хайдаркан, Кадамджай(Рис 8.1))
Рудные тела в измененных известняках, структура коробчатой антиклинальной складки, оруденение находится в замках. Внизу массивные известняки нижнего карбона, далее глинистые сланцы нижнего девона и далее песчаники силура. Но скорее всего допущена ошибка в определении возраста (это видно по стратиграфии).

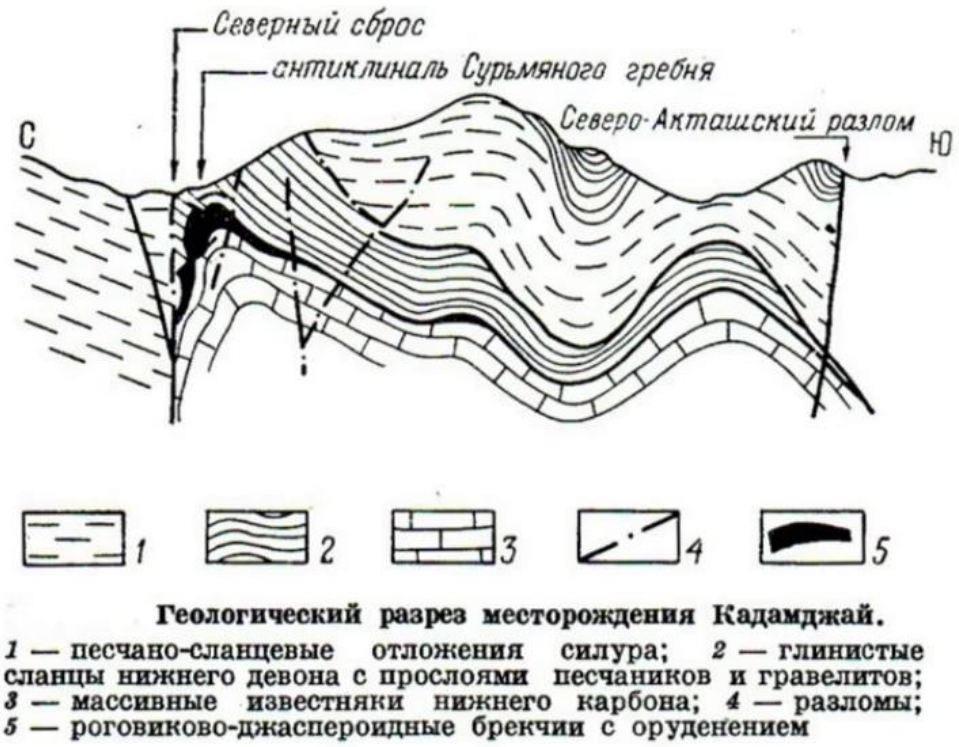


Рисунок 8.1 Схема месторождения Кадамджай

Месторождение Джиджикрут

Стратиформные залежи среди образований осадочных пород карбонатных, терригенно-карбонатных пород;

Залежи нередко обнаруживают связь с гидротермальными источниками.

Месторождение Сигуаньшань

Стратиформная залежь среди карбонатов девонского возраста;

Достаточно крупное по объемам запасов.

Особенность месторождения заключается в том, что тут есть элементы палеокарста в подстилающих породах - загадочное явление;

Такая же ситуация на *руднике Сах-Хосе (Мексика)*

Сарылахское месторождение

Единая рудная жила с минерализацией золота, сурьмы и прочих характерных компонентов.(рис 8.2)

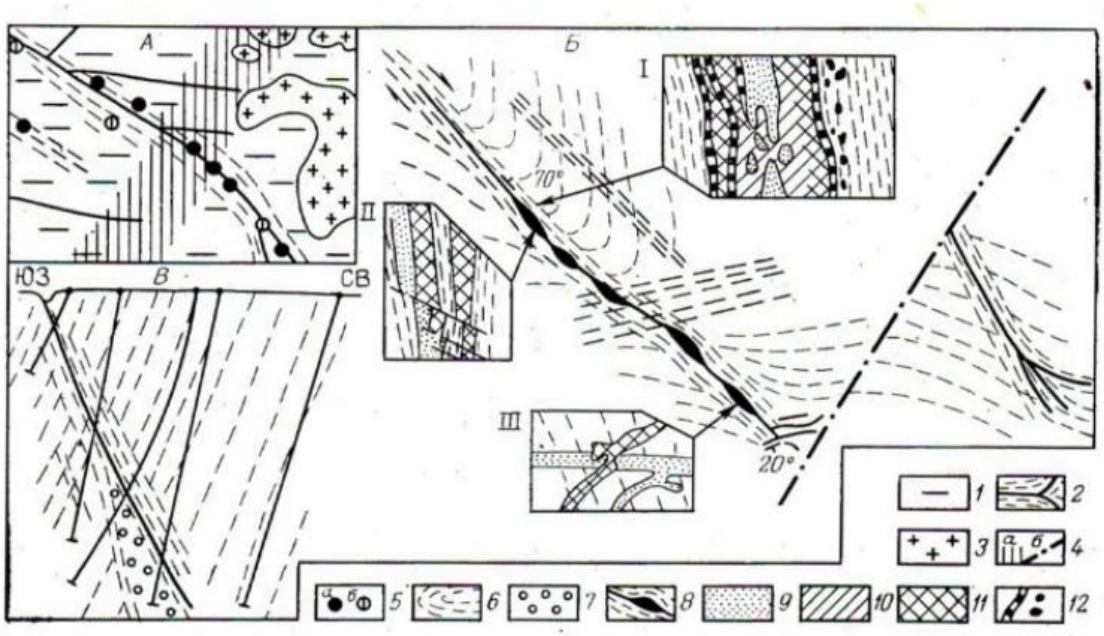


Рисунок 8.2 Схема Сарыхлаского месторождения

Лекция 9. Основные геолого-генетические типы месторождений ниобия и тантала

Общая характеристика элементов

Тантал и ниобий относится к редким металлам, потребность в них неуклонно растет в сфере высоких технологий.

Ниобий открыт в 1801 г. английским химиком Ч. Гетчеттом. Тантал открыт в 1802 г. шведским химиком А. Экебергом.

Генрих Роззе в 1841 году доказал, что колумбит содержит 2 похожих элемента, назвал второй ниобием;

Металлический ниобий выделен в 1864 году в Швеции. Т плавления 2477 градусов по цельсию.

Тантал открыт в 1903 году, имеет светло серый с синеватым оттенком.

Оба металла пластичны и имеют близкие свойства:

Ниобий и тантал — элементы второй подгруппы пятой группы Таблицы Д. И. Менделеева: их порядковый номер соответственно 41 и 73; атомная масса 92,91 и 180,95; ионный радиус Э5+(нм) — 0,066 и 0,066; потенциал ионизации — 49,3 и 44,8 эВ; плотность — 8,5 и 16,6 г/см 3; температура плавления — 2415 и 2996 ±50 °С; температура кипения — 3300 и 5300°С; валентность — 5 + . Чистые металлы легко поддаются механической обработке.

Химически чистые элементы очень устойчивы в кислотах, но тантал более устойчив.

Использование: Тантал - 70% в виде металла для электроники, легирование сталей и суперсплавов - 20%, медицина, ядерная энергетика и другие.

Ниобий - 90% низколегированные стали в виде ферониобия, 10% в конденсаторах, приборная оптика и техника, сталь.

Общие Запасы Nb_2O_5 12,9 млн тонн, 5,2 в Бразилии, 5 в России, остальные в Канаде, Заире, Китае, Финляндии, Австралии и Габоне, СА, Нигерии,

Запасы тантала 274 тыс. тонн, большая часть в Австралии и Бразилии, остальные в ряде других стран по всему миру.

Мировая добыча 30000 тонн в пересчете на металл в год 32,8 тыс. тонн металла(2006)

Тантала - 415-420 тонн в год, потребление 1,5 тыс. тонн (2006)

Среднее содержание тантала в верхней континентальной коре 2,2 г/т, ниобия 25 г/тонн

Минералогия ниобия и тантала исключительно богата. Из общего числа (более 400) гипогенных минералов оксифильных редких элементов больше трети составляют минералы тантала и ниобия, что объясняется их высокими потенциалами ионизации. Из 47 минералов тантала лишь один является карбидом, один — оксидом, один — боросиликатом, один — боратом, а все остальные — сложные оксиды; из 108 минералов ниобия — один самородный, один — оксид, один — гидроксид, 84 сложных оксида и 21

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
teach-in ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

силикат и силикофосфат. Между танталом и ниобием наблюдается непрерывный изоморфизм.

Из 108 минералов ниобия практическое значение имеют пирохлор — $NaCaNb_2O_6F$ (Nb_2O_5 — 40.0 — 71,5%; Ta_2O_5- 0,2 — 39,0%), в меньшей мере — колумбит $FeNb_2O_6$ ((Nb_2O_5 — 40-76,6% ; Ta_2O_5 — 0,8 — 40,0%) и лопарит — NaCejTi1NbJ$_2$O$_6$ (Nb_2O_5 — 8,04—12,8%; Ta_2O_5 — 0,62 — 0,77%). Из 47 минералов тантала практическое значение имеют танталит $FeTa_2O_6$ (Nb_2O_5 — 7 — 40%; Ta_2O_5 — 40 — 81%), микролит $NaCaTa_2O_6F$ (Nb_2O_5— 0,6-39,0% ; Ta_2O_5 — 40.0 — 79,7%) и воджинит $MnSnTa_2O_8$ (Nb_2O_5 - 7,6%; Ta_2O_5- 70,5%)

Эндогенные месторождения ниобия с запасами (в тыс. т) 100 — 500 считаются средними, 500 — 5000 — крупными, свыше 5000 — уникальными. Экзогенные месторождения с запасами 10 — 50 — средние, 50 — 500 — крупные, более 500 — уникальные. Эндогенные месторождения ниобия при содержании (в %) О, I — 0,3 считаются бедными, 0 ,3 -0 ,6 — рядовыми, свыше 0,6 — богатыми. Соответственно экзо генные месторождения ниобия: до 0,1 — бедные, 0,1 —0,3 — рядовые, свыше 0,3 — богатые. Эндогенные месторождения тантала с запасами (в тыс. т) до 10 — мелкие; 10— 100 — средние, более 100 — крупные. Экзогенные месторождения соответственно: менее 0,5 — мелкие, 0,5 — 5 — средние, более 5 — крупные.

ГПТ месторождений

Выделяют собственно ниобиевые месторождения (карбонатиты с пирохлором, их коры выветривания и связанные с ними россыпи), в которых отношение содержания ниобия к содержанию тантала превышает 20 к 2); тантало-ниобиевые месторождения (уртиты с лопаритом, щелочные граниты с танталпирохлором и колумбитом, а также связанные с ними коры выветривания и россыпи), с отношением содержания ниобия к танталу от 5 до 20, когда оба металла имеют сопоставимое промышленное значение; собственно танталовые месторождения (редкометальные гранитные пегматиты с танталатами, редкометалльные граниты щелочно-земельного ряда с танталит-колумбитом и микролитом), в которых в стоимостном выражении тантал резко превалирует над ниобием, хотя содержание ниобия может в несколько раз превышать содержание тантала. Меньше или равно 5. Эндогенные месторождения ниобия при содержании (в %) 0,1-0,3 считаются бедными, 0,3-0,6 — рядовыми, свыше 0,6 — богатыми. Соответственно экзогенные месторождения ниобия: до 0,1 — бедные, 0,1-0,3 — рядовые, свыше 0,3 — богатые. По богатству руд месторождения тантала группируются (в %): эндогенные до 0,012 — бедные, 0,012-0,018 — рядовые, свыше 0,018% — богатые; экзогенные до 0,004 — бедные, 0,004-0,008 — рядовые, более 0,008 — богатые.

Для экзогенных месторождений в несколько раз ниже.

1) Мировая добыча тантала идет из редкометалльных гранитных пегматитов – Альбит-сподуменовые пегматиты западной Австралии. Месторождение Горенбушес;

Тело содержит 34000 тонн оксида тантала, его размеры- 3300м длина, 230 м мощность, 700 м в глубину
Более 2,5млрд лет возраст;
Другие месторождения Берник-Лейк (Канада), Дарае-Пич (Афганистан), Эта (США), Коктогай (КНР), 80% запасов тантала, в России Вишняковское, Гольцовое, Завитинское, Холмозерское (Кольский п-ов).
2)Редкометальные граниты щелочноземельного ряда
Купола сложены кварцем, альбитом и микроклином с литиевыми слюдами, размеры от 500 м до 2 км,
Тела сосредоточенны горизонтальны в верхних частях гранитных куполов, под экраном песчано-сланцевых пород;
оруденение на глубину не более 100 метров от контакта, вкрапленные руды;
руды бедные, содержат 0,001-,034%;
По запасам данные месторождения мелкие-средние;
В России к ним относятся Орловское, Этикинское, Вознесенское, Пограничное;
Также имеются месторождения в Китае, Египте, Франции;
В них полезными компонентами являются цезий, бериллий олово, вольфрам, ниобий, литий.

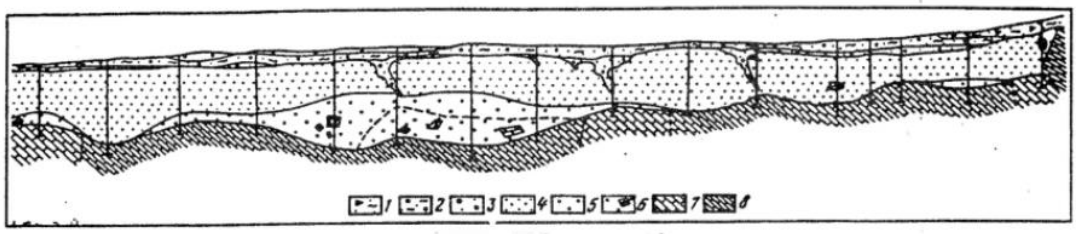
3) Ниобий танталовые месторождения. Связанны со щелочными гранитными и развивающимися по ним амфибол-эгирин-альбит метасоматитами.
Массивы имеют большие размеры, руды протяженные руды рассеянные вкрапленности минералов, протяжённые тела.
ПК(полезные компоненты) - цирконом, РЗ, тория и урана комплексные руды;
В России *Улук-Танзекское* - рудоносные щелочные метасоматиты, занимающие весь объем магматических тел, *Катугинское,* похоже на предыдущее;
амфибол-эгирин-альбитовые метасоматиты - Зашехинское месторождение.
Из заграничных- Пикинга(Бразилия),
граниты Плато Джос(Нигерия) – россыпи + сами гранитные массивы;
Ниобия в них 0,15-0,40%;
Данный тип включает в себя расслоенные массивы нефелиновых сиенитов:
Ловозерский массив - 2 по запасам тантала в РФ 80% там получено
Извлечение ПК идет из лапаритового концентрата;

Массивы имеют в плане округлую форму, в разрезе — грибо- или воронко образную. Борта всегда падают к центру массива. Массивы крупные — от 120 до 1300 км^2 (Хибины). Во внутреннем строении отмечаются следующие черты: I) массивы всегда зональны, причем зональность имеет закономерно концентрический характер; 2) во всех случаях, когда можно достоверно наблюдать возрастные взаимоотношения, зоны образуются в последовательности от лейкократовых к меланократовым; 3) процесс

кристаллизации в щелочных породах всегда направлен в сторону увеличения коэффициента агпаитности.
Уртитовые слои-рудоносные, 12 слоев тут мощность 0,5-2 м
0,018-0,027 % в руде лантана;
Ниобия 0,2-0,4 %;
Стратифицированный комплекс с тремя фазами внедрения; Запасы десятки тысяч/ сотни тыс. тонн!!

Месторождений карбонатитового типа мало в мире

Руды пирохлор-гатчетолитового состава с ураном;
Ковдорская группа, месторождения Австралии, Канады
4) Ниобиевая группа
Карбонатитный тип месторождений
Араша, Якупиранга, Тапир (Бразилия) в России-Томтор, Большетагнинский и Белозиминский массив (рис 9.1)



Геологический разрез коры выветривания карбонатитов Белозиминского месторождения

Рисунок 9.1- схема строения Белозиминского месторождения

Месторождение Томтор (Рис 9.2)

Мировой лидер по запасам и качеству ниобия;
4-8% ниобия в рудах;
Возраст от протерозоя до неогена, знамениты карбонатитовые коры выветривания.
Имеется связь с УО щелочных пород кольцевых массивов краевых частей платформ;
Данное месторождение относится к пирохлоровому типу месторождений, а также является прекрасным примером комплексного месторождения;
ПК- Редкие земли, уран, торий, фосфор, железо, цирконий (Рис. 9.3)

КОНСПЕКТ ПОДГОТОВЛЕН СТУДЕНТАМИ, НЕ ПРОХОДИЛ
ПРОФ РЕДАКТУРУ И МОЖЕТ СОДЕРЖАТЬ ОШИБКИ
СЛЕДИТЕ ЗА ОБНОВЛЕНИЯМИ НА VK.COM/TEACHINMSU

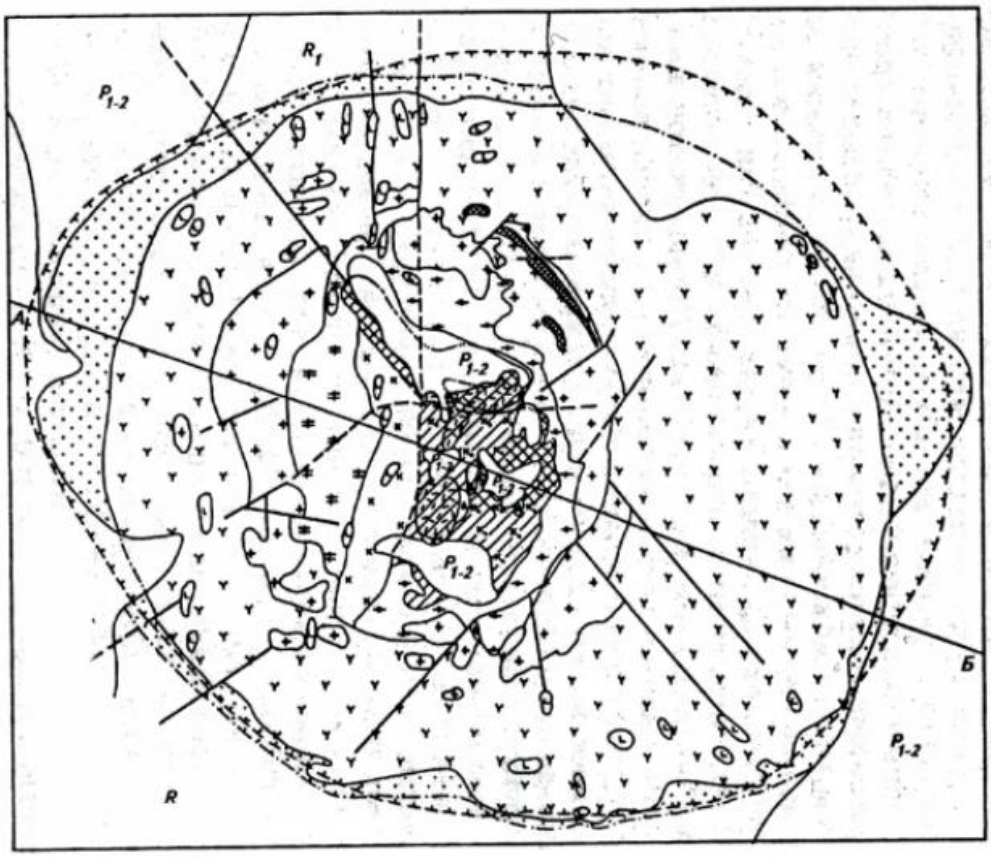


Рисунок 9.2 Схема кольцевого массива Томтор

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
teach-in
ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

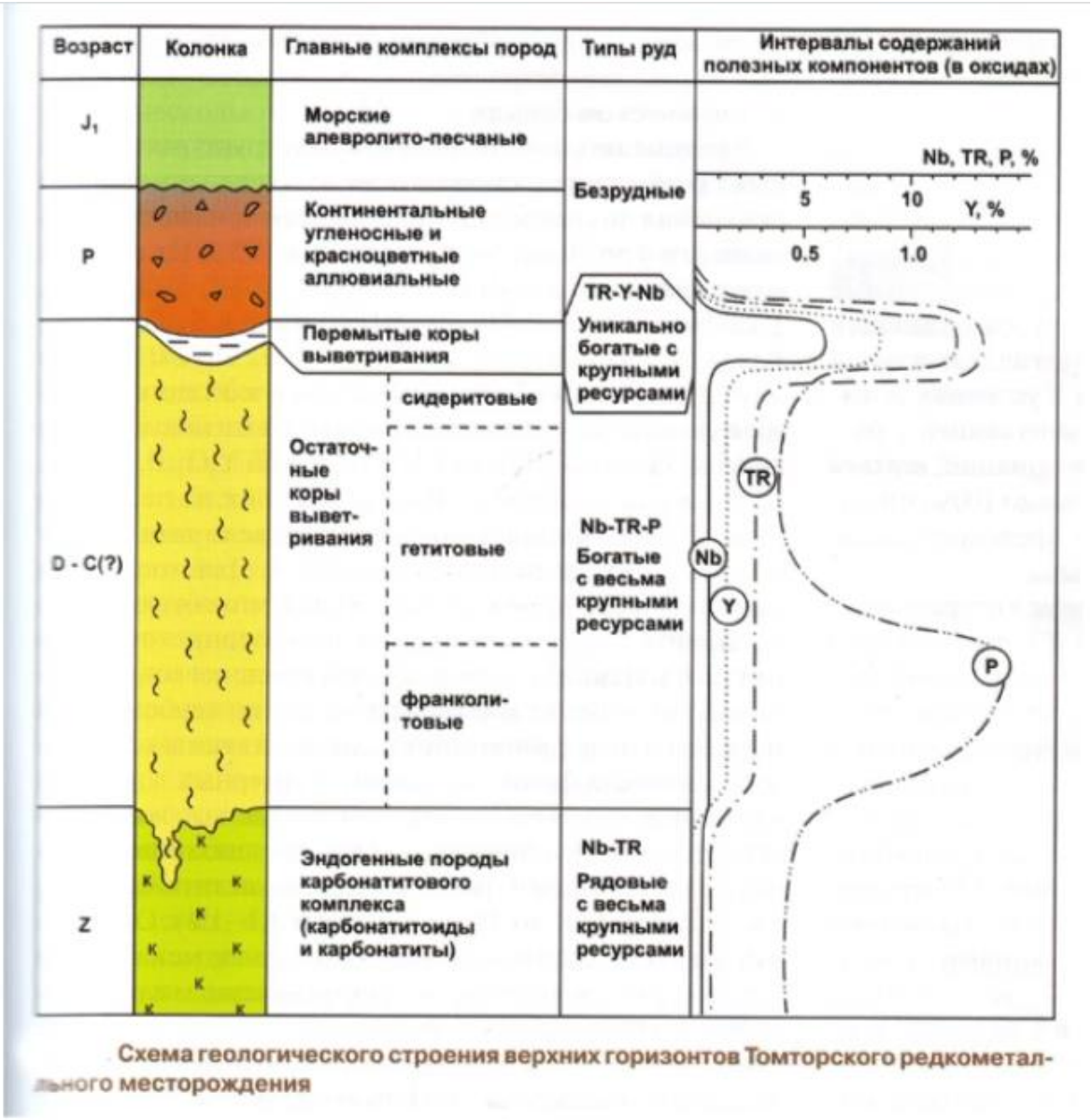


Рис 9.3 Геологическое строение верхних горизонтов Томторского месторождения

Важно отметить, что древние и современные коры выветривания, а также россыпи ближнего сноса - главные по запасам и по уровню экономической целесообразности извлечения.

Лекция 10. Основные геолого-генетические типы месторождений урана

Общая характеристика элемента

Немецкий химик Мартин Клапрот, изучавший руды Яхимовских месторождений, определил в 1789 г. в составе черного смоляного камня новый химический элемент и назвал его ураном, в честь новой в те времена планеты Солнечной системы. В половине XIX столетия соли урана нашли первое применение как красители в стекольной и фарфоровой промышленности. Открытие французским физиком Г. Беккерелем в 1896 г. явления радиоактивности вновь привлекло внимание ученых к урану. Из тех же урановых руд с отвалов Яхимовских рудников Пьером и Марией Кюри в 1898 г. был получен радий.

На радии были изучены радиоактивные свойства из месторождения Яхимовское. Оно дало в итоге 55 граммов радия.

С 1942 года была получена цепная реакция и началось глубокое изучение урана.

Карбонатитовые месторождения США - первый ГПТ урана;

В настоящее время МПЗ (мировые подтвержденные запасы) в разных местах земного шара и добыча урана в 33 странах идет, но в год дает 60-70 тыс. тонн, этого недостаточно, Сейчас дефицит урана, пополняется он за счет складирования запасов с прошлых лет.

Основные добытчики на рисунке 10.1

Рисунок 10.1 основные «игроки» по запасам урана и качеству сырья

На 2005 год в мире 2811,2 тыс. тонн подтвержденные запасы, производство урана на 2005 год 40,31 тыс. тонн в год

ГПТ месторождений урана

1)эндогенная серия - магматические месторождения, плутоногенные месторождения

Вулканогенно-гидротермальные месторождения

2) экзогенная серия - осадочные месторождения

Месторождение медистых песчаников, песчаниковые в палеоруслах, месторождения несогласия;

Метаморфогенные месторождения - ураноносные конгломераты;

Месторождения черносланцевой формации- не изучены, но уже выделяются.

В таблице 10.1 представлены месторождения мира, на которых идет, шла, или планируется добыча урана

№ п/п	Месторождение	З тыс.т	Р+З тыс.т	Среднее содержание U, %	Пром-тип	Год открытия	Состояние
1	Олимпик Дэм	1800	2000	0,04	3	1975	Р
2	Южное	258	453	0,14	7	1961	П
3	Россинг+Ю.Россинг	330		0,0432	6	1928	Р
4	Инкай	130	250	0,05	2	1976	Р
5	Буденновское	45	300	0,088	2	1979	Р
6	МакАртур	192		21,0	1	1988	Р
7	Арлит	143		0,20	2	1971	Р
8	Харасан	59	164	0,11	2	1979	П
9	Джабилука	141		0,45	1	1971	П
10	Сигар-Лейк	132		15,0	1	1981	П
11	Имоурарен	120	180	0,11	2	1966	П
12	Амброзия-Лейк	120		0,22-0,85	2	1950	О
13	Рейнджер	115		0,24	1	1969	Р
14	Стрельцовское+Антей	106		0,21	5	1963	Р
15	Акаута	100		0,20	2	1967	Р
16	Косачиное	96		0,114	5	1973	П
17	Новоконстантиновское	94		0,14	7	1971	П
18	Нидершлема-Альберода	93		2 кг/м^2	5	1946	О
19	Итатая	76		0,10	7	1975	П
20	Ки-Лейк	74		2,0	1	1975	Р
21	Шмирхау	74		0,12	9	1952	О
22	Мынкудук	72		0,047	2	1973	Р
23	Гамр+Страж	70		0,2-0,5	2	1964	О
24	Меловое	65		0,05	10	1952	О
25	Северное	59	95	0,145	7	1961	П
26	Центральное	58		0,095	7	1969	Р
27	Пршибрам	55		2 кг/м^2	5	1948	О
28	Игл Поинт	51		1,54	1	1980	Р
29	Учкудук	51		0,05-0,1 – 0,2-0,5	2	1954	О

Таблица 10.1 Крупнейшие месторождения мира

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
teach-in ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

Где З - запасы урана, Р+З - ресурсные категории Р1 вместе с запасами урана, О - отработано, П - проектируется к отработке, Р – отрабатывается.

По урану можно вычислить возраст месторождения из-за особых свойств урана, на этом основано датирование отложений (Уран-свинцовый метод).

Месторождения имеют определенную приуроченность к возрастной эпохе (ниже эпоха-месторождения):

1)Трансвааль-Гуронская: Рудные районы Витватерсранд, Эллиот-Лейк
2)Гудзонская (Карельская): Новоконстантиновское, Центральное
3)Эльсонская (Готская): Олимпик-Дэм
4)Гренвильская: Мак-Артур,Сигар-Лейк, Ки-Лейк, Игл Поинт, Джабилука, Рейнджер
5)Дамарская: Россинг, Итатая
6)Каледонская: Косачиное
7)Герцинская (Варисская): Пршибрам, Нидершлема-Альберода, Шмирхау
8)Раннекимерийская: Арлит, Акаута
9)Позднекиммерийская (Невадская): Южное, Северное, Стрельцовское, Имоурарен
10)Ларамийская: Амброзия Лейк
11)Раннеальпийская: Инкай, Гамр, Буденновское, Харасан, Мынкудук, Учкудук, Меловое

Примеры месторождений урана

1) Месторождение Россинг (рис 10.2)

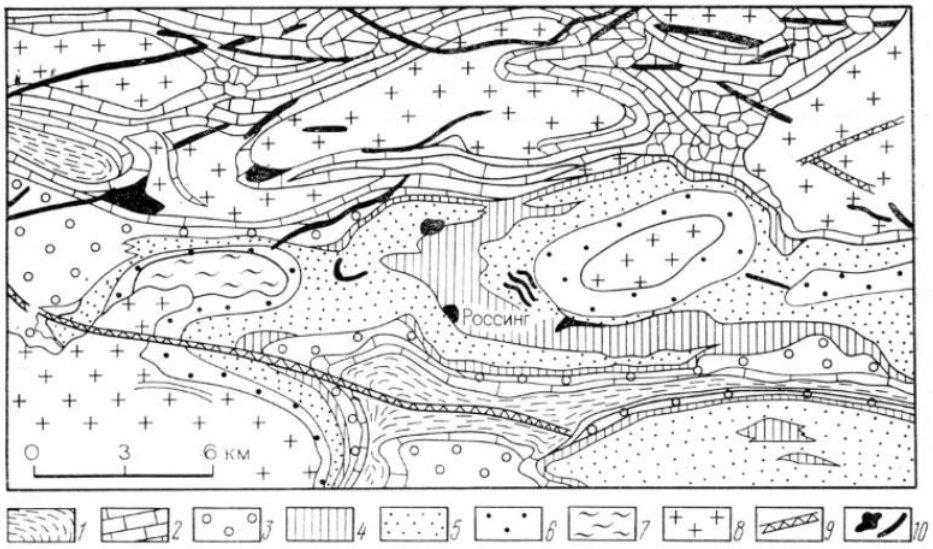


Рис 10.2 Геологическая карта месторождения Россинг

Относится к магматическому типу месторождений, рудные тела согласно друг с другом, но геология сложная.

2) Месторождения Криворожский и кировоградского типа

Криворожский тип - руды находятся среди пород железорудной формации (месторождение Желтореченское, Первомайское).
Кировоградский тип - руды среди гранитоидов (месторождение Мичуринское, Северинское, Ватутинское) ;
Оба месторождения достаточно древнего типа - 2 млрд лет примерный возраст, они связаны с процессами раннеархейской гранитизации;
Желтореченское месторождение: сланце-кварцитовая свита характеризует нижнюю пачку, а по типу такие породы близки к ураноносным конгломератам.
Выше идет железоурановые руды среди гематит-магнетитов, так называемая комплексная часть;
Верхняя свита - доломит-лептитовые гнейсы, уран локализуется в них, образует сложные тела. (Рис 10.3)

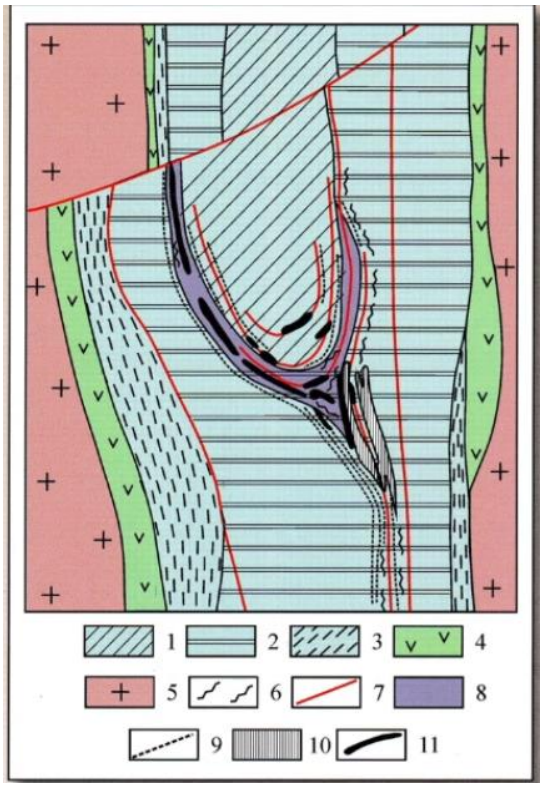


Рисунок 10.3 Схема Желтореченского месторождения

3) Мичуринское месторождение (Рис. 10.4):

Рудные тела локализуются в гранито-гнейсах, руды обладают сложной морфологией.

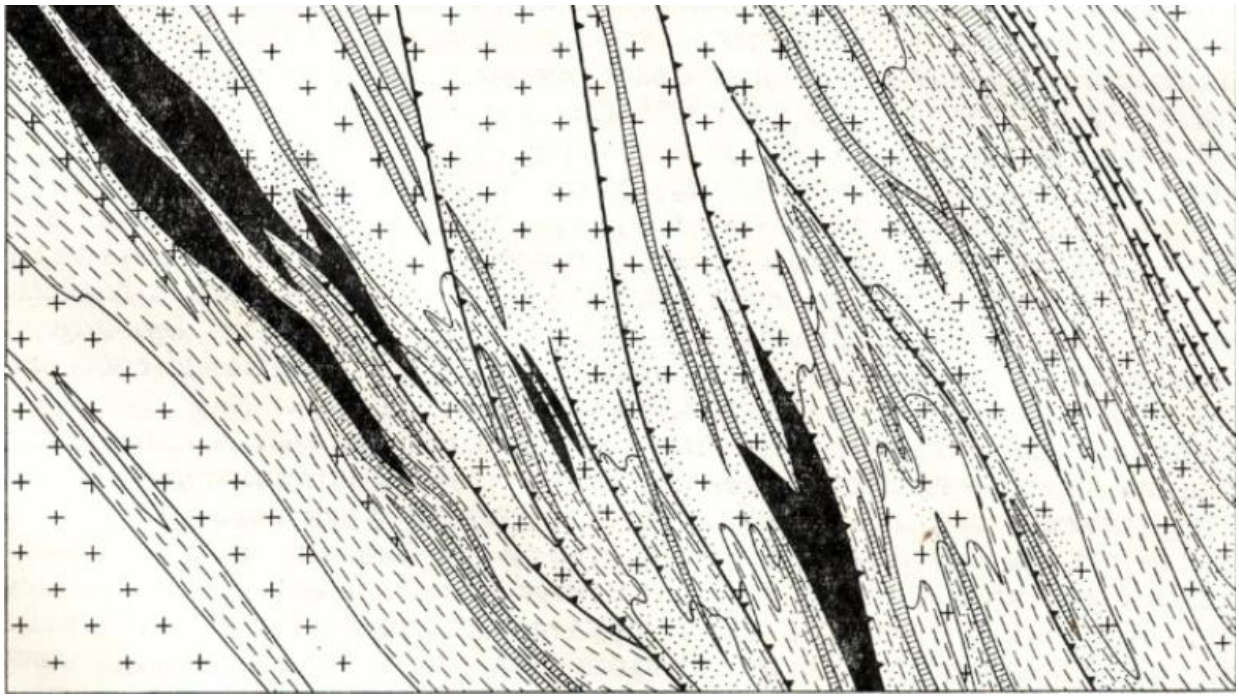


Рисунок 10.4 Мичуринское месторождение

Месторождения практически отработанные в наше время;
Эти объекты представляют собой уникальные геологические объекты, только в нашей стране есть такие, только наши геологи-поисковики нашли их.

4) Месторождение Аксу

Приурочено к штоку в жерловой зоны андезитовых руд, а сам шток связан с глубоким разломом.

Рудные тела урановых руд имеют согласное залегание с вмещающими породами: возможно первичное накопление урана было связано с осадочным процессом.

Заозерное месторождение

Похоже на Аксу, отличие заключается в размерах, а также руды тут субсогласно залегают на вмещающих породах.

5) Ишимское месторождение

Месторождение расположено на склоне стратовулкана, рудные тела располагаются в виде субсогласных залежей среди вулканогенно-осадочных сооружений.

Урановые руды линзовидного строения дают наибольшие раздувы в местах пересечения с дайками, значит там наиболее благоприятные условия к накоплению урана.

6) Стрельцовское месторождение

Наиболее крупное месторождение у нас в России;

Кальдерообразная депрессия, рудные тела приурочены к участкам формирования экструзивных тел;

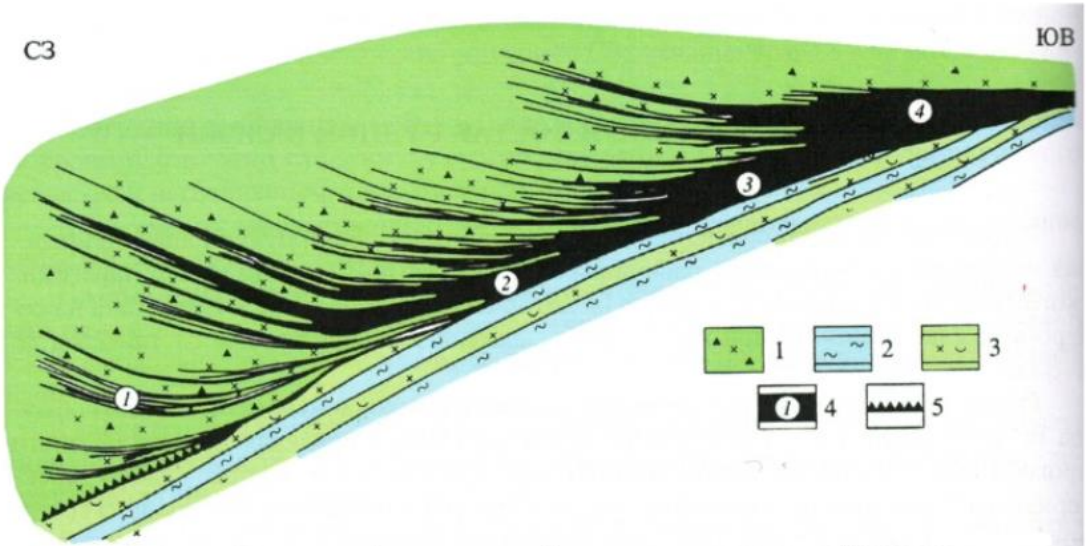
В разрезе видно, что рудные залежи располагаются согласно с вмещающими породами, но выше идут жильные штокверковые образования среди вулканогенных пород.
Источником урана для штокверковых руд служила осадочная залежь среди вмещающих пород (но это предположительно).

7) Месторождение Лос-Фрайлес

Жерловая зона вулкана сложена риолитами и дацитами, а по бортам расположены рудные зоны- типичное боливийское месторождение.

Месторождения осадочного типа

Месторождение Меловое (Рис 10.5)
Несколько рудных залежей структуры «конского хвоста»



Продольный разрез рудной залежи месторождения Мелового.
1 — глины темно-бурые, обогащенные остатками рыб и тонкодисперсным пиритом;
2 — глины светло-серые (белесые) с ходами илоедов;
3 — глины темно-серые с редкими остатками рыб и пятнообразными выделениями тонкодисперсного пирита;
4 — рудные пласты и их номера;
5 — сульфидный прослой.

Рисунок 10.5 «Конские хвосты» Мелового месторождения

Формирование залежей происходило последовательно на фоне тектонических подвижек;
В рудах были найдены зубы акул разного возраста, кости птиц, различные костные брекчии, углефицированное дерево - руды формировались в прибрежно-морской обстановке в осадочном бассейне;
Руды сложены тонкоизмельченным костным детритом.

8) Месторождение Олимпик-Дэм, крупнейшее урановое месторождение

Гранитоиды располагаются в основании разреза, выше идет перекрытие брекчиевидными участками, а еще выше вулканогенно-осадочные породы.
Относится к типу медистых песчаников и сланцев, но ореол рассеяние урана не соответствует геологическому строению.

9) Рудный район Хайленд

Месторождения песчаников, район «ваймент», ролловые месторождения (рудные тела такой формы).
Месторождения связаны с миграцией подземных вод по водоносным песчаникам, которые приводили к перемещению урана в растворе. Встречая на своей пути благоприятную обстановку отлагался в виде роллов (на рис. 10.6 обведены красным)

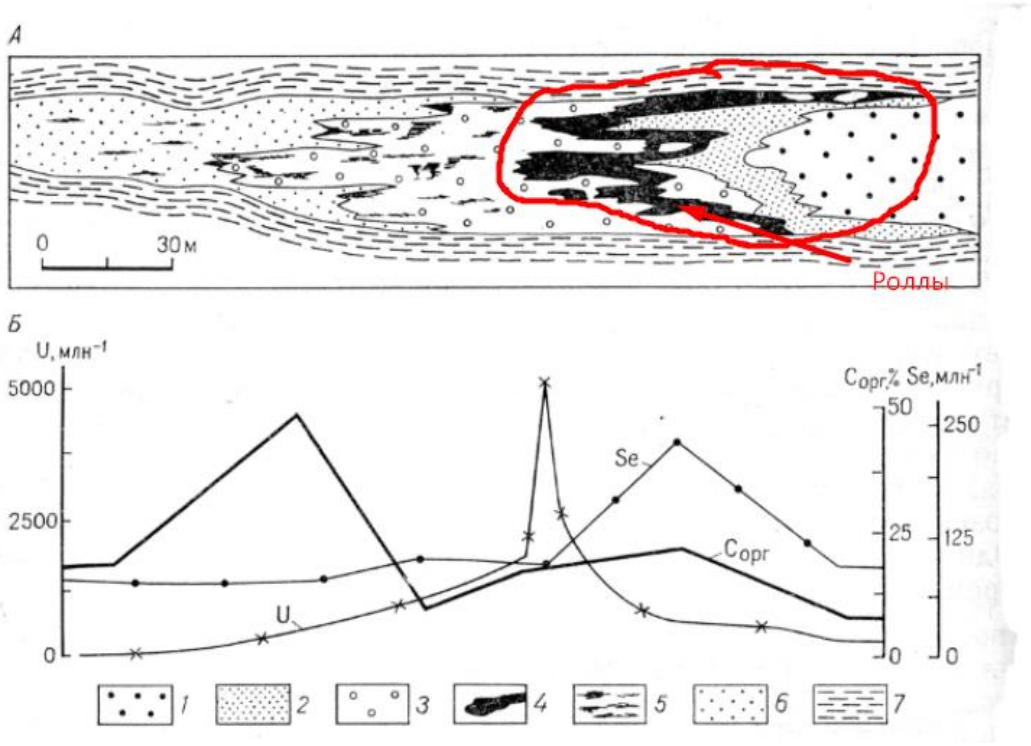


Рисунок 10.6 Роллы Хайлендского месторождения

10) Месторождение Учкудук

Здесь характерно несколько горизонтов «ролловых тел», а вынос урана шел до смены остановки с окислительной на восстановительную. (рис 10.7);
Месторождения скрыты, на поверхности их не видно;

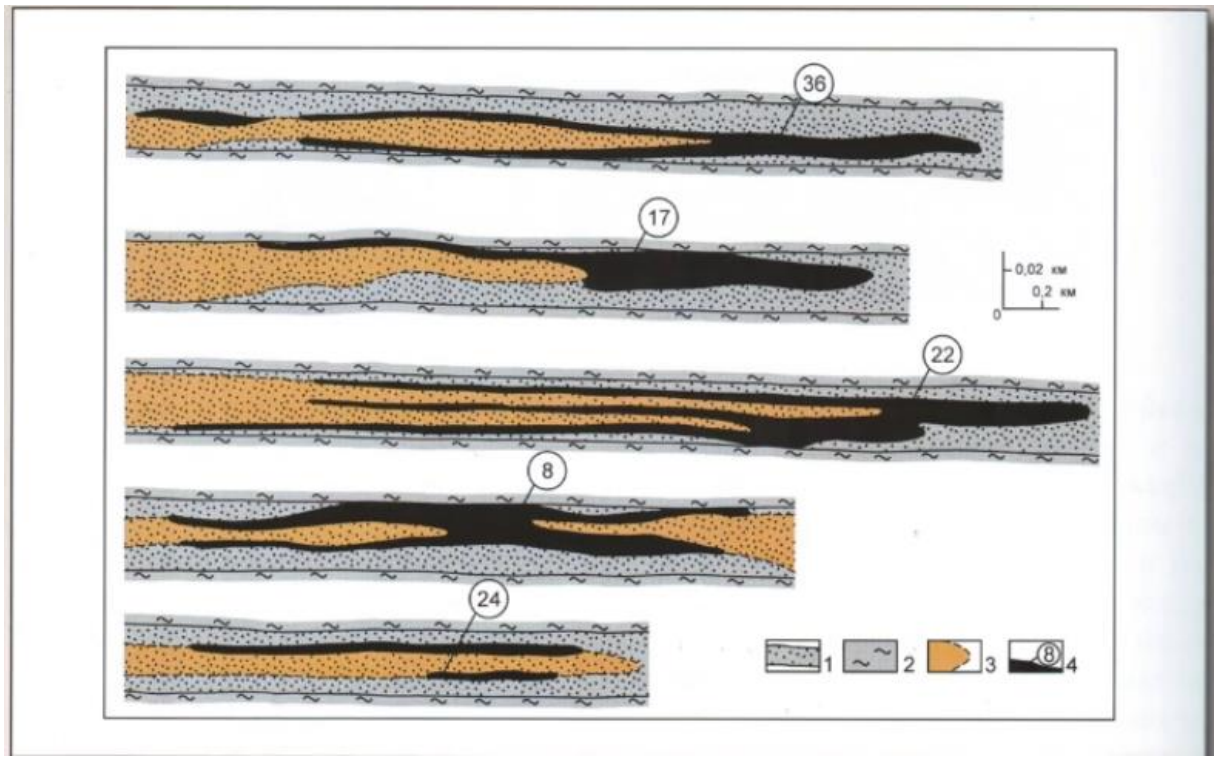


Рисунок 10.7 Схема месторождения Учкудук

Некоторые исследователи пытаются связать с эндогенными источниками.
Роллы образуются в следствие гидротермальных растворов, которые способствуют осаждению урана. Но данная гипотеза слабая (нет тектоники, подтверждающей это, схема месторождения немного другая)

11) Месторождения Зауральского типа - Далматовское месторождение (Рис 10.8).

Они связаны с участками развития палеодолин;
Механизм формирования такой же, как и у артезианских вод;
(воды несут растворенный уран и на смене остановки формируются залежи);

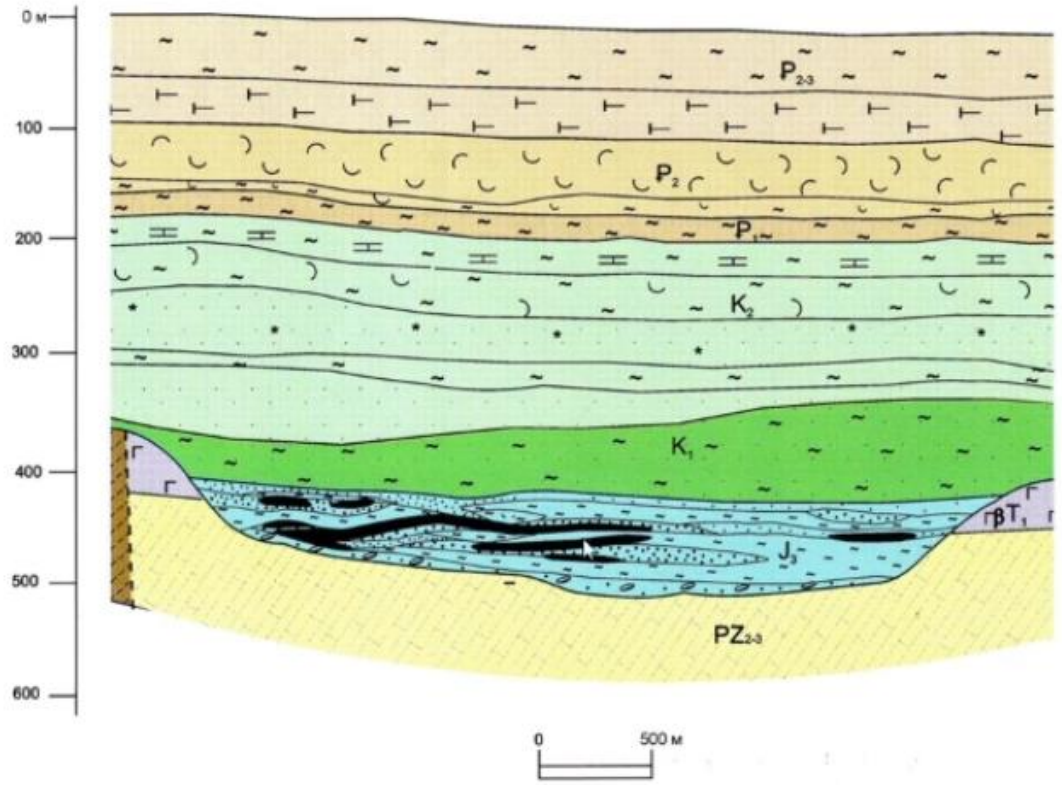


Рисунок 10.8 Схема Далматовского месторождения

12) Витимский урановорудный район (рис 10.9)

Геологическое строение представляет собой антиклинальную структуру из гранитов, на склонах ее имеются малые палеодолины, обрамляющие ее, в них как раз и есть рудные залежи. Залежи нарушались продолжающимся на тот момент вулканизмом, что немного усложняет трактовку истории развития этого месторождения (но общепринята схема описана выше).

Есть факты, которые говорят нам о том, что палеодолины могут развиваться и после перекрытия их осадочным чехлом.

Залежи находятся согласно с вмещающими породами;

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
teach-in
ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

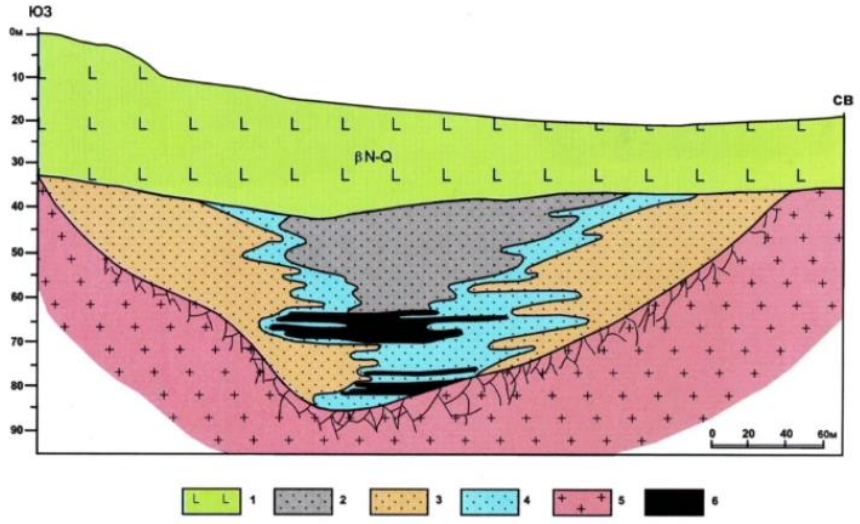


Рисунок 10.9 Схема геохимической зональности Витимского месторождения

13) Район Йилирри, Австралия

Уран мигрирует в водных растворах, но есть небольшие отличия. Уран находится в участках рек, связанных с определёнными климатическими условиями (во времена дождей текут, но пересыхают, не доходя до мест аккумуляции) и там дают рудные залежи - так называемы калькреты (образования карбонатные с ураном, образованные на месте пересыхания рек). Источником урана является область сноса этого месторождения.

14) Провинция Атабаска- Месторождение Мидуэст-Лейк, Сигар-Лейк (месторождения несогласия).

Достаточно многочисленная группа таких месторождений (Джабилука, Австралия, месторождения в Канаде);

Самые богатые месторождения урана в мире расположены здесь, в таких структурах. Рудные тела расположены в песчаниках территориального прогиба, а самые высокие концентрации руды расположены на склонах прогиба. Чем глубже месторождение, тем труднее его найти, здесь это яркий пример. Происхождение этих месторождений имеют дискуссионное происхождение - они имеют типичную гидротермальную природу, но среди ученых господствует другая теория:

На границе двух разных формаций имеется подстилающая формация гнейсов и графитовых гнейсов, которые перекрываются песчаниками.

Месторождения в основании формации Атабаска (Боливия), возможно, образовались при взаимодействии органических веществ, входивших в состав графитовых сланцев фундамента, с урансодержащими подземными водами при их циркуляции. Тут также имеются ореолы рассеивания, созданные в процессе рудообразования.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ
МГУ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА

teach-in
ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ