

Введение

свинец цинк месторождение геологический

Целью данной работы является изучение геолого-промышленных типов месторождения свинца и цинка в Российской Федерации.

Задачи работы:

- изучить общие сведения о данном полезном ископаемом;
- привести классификации месторождений, описать каждый тип;
- рассмотреть географию размещения месторождений;
- рассмотреть группировку месторождений по сложности геологического строения;
- рассмотреть способы переработки свинцовых и цинковых руд;
- рассмотреть требования промышленности к качеству минерального сырья;
- изучить конъюнктуру рынка.

1. Общие сведения

Свинец - тяжелый металл голубовато-серого цвета, имеющий плотность 11,34 г/см³, температуру плавления 327,4 °С; очень пластичный, мягкий - легко режется и прокатывается, обладает хорошими антифрикционными и антикоррозионными свойствами, устойчив к действию атмосферных осадков и многих химических реагентов, сильно поглощает гамма - и рентгеновские лучи.

Цинк - металл синевато-белого цвета, имеющий плотность 7,1 г/см³ и температуру плавления 419,5 °С; хорошо поддается прокатке и прессованию, устойчив к действию атмосферных осадков.

Свинец и цинк принадлежат к группе халькофильных элементов, среднее содержание в земной коре (кларк) свинца составляет 0,0016 %, цинка - 0,0083 %. В природе известно более 300 минералов, содержащих свинец, и более 140 - цинк. Главнейшими минералами свинца и цинка являются сульфиды, сульфосоли и карбонаты (табл. 1.1).

На долю главных минералов свинца (галенита) и цинка (сфалерита) приходится свыше 90 и 95 % запасов и добычи соответственно.

Таблица 1.1 Главнейшие минералы свинца и цинка

Минерал

Химический состав (формула)

Содержание элемента, %

Плотность,г/см3

1

2

3

4

Свинец

Галенит

PbS

86,6

7,57

Буланжерит

$\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$

55,4

6,21

Бурнонит

PbCuSbS_3

42,5

5,93

Церуссит

PbCO_3

77,5

6,55

Англезит

$PbSO_4$

68,3

6,56

Пироморфит

$Pb_5(PO_4)_3Cl$

76,1

7,04

Ванадинит

$Pb_5(VO_4)_3Cl$

73,1

6,88

Вульфенит

PbMoO_4

51,5

6,57

Плюмбоярозит

$\text{PbFe}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{12}$

19,22

3,67

Цинк

Сфалерит

ZnS

67,0

4,08

Вюртцит

ZnS

67,0

3,98-4,09

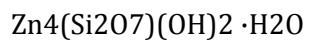
Смитсонит

ZnCO₃

51,9

4,43

Каламин



52,6

3,3-3,35

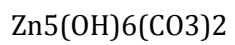
Цинкит



80,2

5,68

Гидроцинкит



59,3

4

Виллемит

Zn_2SiO_4

58,4

4,20

Галенит - минерал класса сульфидов, PbS . Содержит 86,6% Pb , часты примеси: Se , Ag , Bi , Sb , Sn , Zn , Fe , Cd и др. Один из наиболее распространённых минералов гидротермальных (преимущественно средне- и низкотемпературных) месторождений. В парагенезисе с ним обычно наблюдаются сфалерит, халькопирит, блёклые руды, бурнонит, пирит и др. В контактово-метасоматических месторождениях ассоциирует со сфалеритом, пиритом, пирротином и др. Отмечается как осадочно-диагенетическое образование, выделяясь в виде рассеянной вкрапленности в песчаниках, известняках, а также в ядрах конкреций. Установлено современное образование галенита из подземных рассолов и шахтных вод. Галенит -- главная руда свинца (рис.1.1).

Сфалерит - минерал класса сульфидов, ZnS . Как правило, содержит примеси Fe (до 26%), Mn (до 8,4). Сфалерит обычно встречается в ассоциации с галенитом в полиметаллических месторождениях (жильных, скарновых, стратиформных, гидротермально-метасоматических, метасоматических, колчеданных), а также в медно-колчеданных залежах (с пиритом, халькопиритом) и медистых песчаниках (с халькопиритом, борнитом, халькозином); может возникать в результате биогенно-диагенетических процессов. В поверхностных условиях сфалерит легко окисляется с образованием смитсонита, гемиморфита; при метаморфизме переходит в цинкит, франклинит, виллемит и другие минералы. Сфалерит -- наиболее важный компонент цинковых руд (рис.1.2).

Рис.1.1. Галенит

Рис.1.2. Сфалерит

Основное количество свинца (свыше 65 %) используется для производства аккумуляторных батарей. Значительная часть идет на изготовление оболочек электрических кабелей. Свинец входит в состав различных сплавов (баббитов, типографских и др.). Соединения свинца идут на изготовление красителей (белил,

сурика и др.). Ввиду относительно большой химической стойкости применяется в химической промышленности для изготовления различной аппаратуры, в электролизных ваннах на металлургических заводах. Благодаря способности поглощать радиоактивное излучение свинец используется в ядерной технике. Применяется также в военном деле для изготовления боеприпасов. Цинк используется главным образом (до 50 %) в качестве антикоррозионных покрытий, для оцинкования поверхностей. Значительное количество цинка потребляется в сплавах с добавкой алюминия, меди и магния, обладающих хорошими литейными качествами. Большое количество цинка расходуется на производство латуни. Цинк входит в состав мельхиора, антифрикционного и типографского сплавов, применяется при изготовлении аккумуляторных батарей. Оксид цинка используется для изготовления цинковых белил, в качестве наполнителя при производстве резины, в медицине и химической промышленности. Металлический цинк в виде порошка применяется для осаждения (цементации) золота и серебра из цианистых растворов, а также в гидрометаллургии для очистки цинковых растворов от меди и кадмия. [5]

2. Геолого-промышленные типы месторождений и география их размещения
Прогнозные ресурсы цинка России на начало 2010 г. оцениваются в 64,6 млн. т, что составляет лишь около 3% мировых, причем на долю наиболее изученных ресурсов категории P1 приходится только 14% их количества (рис. 2.1).

Рис. 2.1. Металлогенические зоны, перспективные на цинк, их ресурсный потенциал (тыс. т), доля в запасах РФ (%) и основные месторождения

Степень концентрации прогнозных ресурсов и запасов цинка также невелика - они локализованы во многих регионах страны. Основное их количество сосредоточено в южных районах Сибири, где распространены объекты колчеданно-полиметаллического геолого-промышленного типа. На их долю приходится более 62% запасов цинка страны, в том числе запасы самых крупных месторождений. Все они комплексные: их руды, кроме цинка, содержат свинец, серебро, золото и медь. Государственным балансом РФ учтено 147 месторождений, содержащих запасы цинка; в 20 из них запасы только забалансовые. В распределенном фонде недр находится 82 месторождения. В нераспределенном фонде остаются в основном мелкие месторождения, в том числе иногда с богатыми цинковыми рудами. В целом, наибольшее количество запасов цинка РФ сосредоточено в Республике Бурятия и на Среднем и Южном Урале (рис.2.2).

Рис. 2.2. Основные месторождения цинка и распределение его балансовых запасов по субъектам РФ, млн. т

Государственным балансом РФ учтено 147 месторождений, содержащих запасы цинка; в 20 из них запасы только забалансовые. В распределенном фонде недр находится 82 месторождения. В нераспределенном фонде остаются в основном мелкие месторождения, в том числе иногда богатыми цинковыми рудами. Балансовые запасы свинца РФ составляют 19,7 млн. т, что соответствует примерно 6% мировых запасов; по этому параметру Россия уступает лишь трем странам:

Австралии, США и КНР. Прогнозные ресурсы свинца России оцениваются в 16,7 млн. т, это менее 1% мировых. Они характеризуются слабой изученностью, наиболее достоверные ресурсы категории Р1 составляют лишь 14% их количества (рис.2.3).

Рис. 2.3. Металлогенические провинции, перспективные на свинец, их ресурсный потенциал (тыс. т), доля в запасах РФ (%) и основные месторождения

Большая часть запасов и прогнозных ресурсов свинца сосредоточена на юге Сибири. Наиболее богата ими Токминско-Горевская металлогеническая зона, расположенная на территории Красноярского края. Здесь находится более четверти ресурсов высокой категории Р1 и 39% запасов металла России, причем подавляющая часть их заключена в недрах крупнейшего в стране Горевского колчеданно-полиметаллического месторождения, залегающего в докембрийских терригенных породах.

В России насчитывается 99 месторождений с запасами свинца, в девяти из них учтены только забалансовые запасы. Все крупные месторождения находятся в распределенном фонде недр, насчитывающем 48 объектов. В нераспределенном фонде остались в основном мелкие месторождения, хотя некоторые из них - с богатыми рудами (рис. 2.4). [1]

Рис. 2.4. Основные месторождения свинца и распределение его балансовых запасов по субъектам РФ, млн. т

Месторождения свинца и цинка многочисленны и генетически разнообразны. В настоящее время все известные свинцово-цинковые месторождения относятся к пяти промышленным типам (табл. 2.1) - это докембрийские колчеданно-полиметаллические, фанерозойские колчеданно-полиметаллические, свинцово-цинковые (стратиформные), скарновые и метасоматические залежи в известняках, жильные. [2]

Таблица 2.1 Промышленные типы месторождений свинцово-цинковых руд

Промышленный тип месторождений

Структурно-морфологический тип рудных тел

Ведущие текстуры руд

Главные рудные минералы

Наиболее характ попутные компоненты

Кач-во руд

Примеры месторожд

Докембрийские колчеданно-полиметаллич.

в метаморфич. комплексах

Плитообразные и лентовидные залежи

Полосчатые и плойчатые, массивные

Сфалерит галенит, пирит, пирротин

Серебро, кадмий

Богатые рядовые

Холоднинское (Россия), Сулливан (Канада), Мак-Артур-Ривер, Маунт-Айза, Брокен-Хилл (Австралия)

в вулканогенно-терригенно-карбонатных толщах

Пласто- и лентообразные залежи, часто изогнутые согласно с вмещающими пластами

То же

Галенит, сфалерит, пирит, пирротин

То же

Богатые

Горевское (Россия), Балмат (США)

Фанерозойские колчеданно-полиметаллич

в вулканогенно-осадочных толщах

Пластовые и линзообразные залежи, лентовидные и жилоподобные тела

Массивные, полосчатые, брекчивые и колломорф

Галенит, сфалерит, пирит, халькопир барит

Золото, серебро, селен, теллур, кадмий

Богатые, рядовые, бедные

Рубцовское, Озерное (Россия), Зырянское, Риддер-Сокольское, Тишинское, Белоусовское (Казахстан)

Промышленный тип месторожд.

Структурно-морфологический тип рудных тел

Ведущие
текстуры руд

Главные рудные минералы

Наиболее характерные попутные компоненты

Качество руд

Примеры месторожд.

в терригенных толщах

Линзовидные, столбообразные и комбинирован залежи

Массивные, полосчатые, вкрапленные

Пирит, галенит, сфалерит, халькопирит

Серебро, селен, теллур, кадмий

То же

Филизчайское, Катехское, Кацдагское (Азербайджан)

Свинцово-цинковые, так называемые стратиформные

Согласные пластобразные залежи, секущие линзо- и жилообразные тела

Прожилково-вкрапленные, вкрапленные, реже массивные

Галенит, сфалерит, барит

Таллий, германий, кадмий, серебро

Рядовые

Миргалымсай, Ачисай, Шалкия (Казахстан), Миссисипи (США), Седмочисленцы (Болгария), Олькуш, Бытам (Польша)

Скарновые и метасоматические залежи в известняках

Трубо-, пластообразные и субпластовые залежи, трещинножилые тела, жилы и жилые зоны

Массивные пятнистые, полосчатые, вкрапленные

Галенит, сфалерит, халькопирит, пирротин, арсенопирит

Висмут, кадмий, серебро, золото

Тетюхинское рудное поле (Россия), Алтын-Топкан (Узбекистан), Чипровцы (Болгария), Руда-Баня (Венгрия)

Жилые

Жилы выполнения, жилые зоны

Массивные, пятнистые, брекчиевые, вкрапленные и прожилково-вкрапленные

Галенит, сфалерит, халькопирит, пирротин, арсенопирит, магнетит

Золото, серебро, медь, кадмий, теллур, селен, сурьма, молибден

Рядовые бедные богатые

Садонская группа, Ново-Широкинское (Россия), Говедарник, Маджарово (Болгария), Фрайберг (Германия), Керр-д'Ален (США)

2.1 Докембрийские колчеданно-полиметаллические месторождения

Располагаются на древних щитах и кристаллических массивах в пределах позднепротерозойских вулканических поясов, где первично вулканогенные и осадочные породы превращены в кристаллические сланцы и амфиболиты. Месторождения локализованы в складчатых структурах, осложненных разломами. Оруднение контролируется зонами рассланцевания и брекчирования, образуя согласные со слоистостью или секущие рудные тела.

Руды несут отчетливые признаки метаморфизма. Околорудные изменения вмещающих пород выражены серицитизацией, турмалинизацией, альбитизацией и хлоритизацией, которые значительно затушеваны более поздними процессами регионального метаморфизма.

В зависимости от состава вмещающих пород месторождения подразделяются на колчеданно-полиметаллические в метаморфических комплексах и колчеданно-полиметаллические в вулканогенно-терригенно-карбонатных толщах.

На месторождения этого типа в настоящее время приходится около 35 % мировой добычи свинца и около 30 % - цинка. [2]

В России примером месторождений этого типа является Холоднинское месторождение (рис. 2.5).

Месторождение расположено в пределах Холоднинской синклинали структуры, северо-восточного простирания, осложненной двумя синклиналями второго порядка и разделяющей их антиклиналью. Эти складки имеют симметричное строение, опрокинуты на юго-восток и осложнены линейными изоклинальными складками более высоких порядков. Рудная синклиналь, к крыльям которой приурочены рудные тела, сложена породами сланцевой свиты.

Рудные тела Холоднинского месторождения группируются в пространственно разобщенные зоны. Первая, наиболее значительная по масштабам зона приурочена к

юго-восточному крылу Рудной синклинали. Она состоит из трех рудных тел. Рудные тела, в общем, имеют форму пластообразных залежей, согласных с залеганием вмещающих пород и повторяют сложный рисунок их складчатости. Контакты всякого бока большей частью резкие, границы лежачего бока нередко расплывчатые, что обусловлено постепенной сменой руд слабо минерализованными породами. Преобладают массивные и полосчатые текстуры руд.

Руды Холоднинского месторождения слагаются пиритом, пирротинном, сфалеритом, галенитом и халькопиритом; в незначительном количестве присутствуют арсенопирит, блеклые руды, рутил, магнетит и ильменит; редко, в виде очень мелких включений, встречаются самородное золото и калаверит. Нерудные минералы представлены кварцем, кальцитом, мусковитом, реже встречаются дистен, анортит и битовнит, турмалин, альмандин, цинковая шпинель и биотит. [3]

Рис. 2.5. Тектоническая схема Холоднинского месторождения. По Г. Ручкину, Б. Вушуеву и др.

1 -- породы верхней пачки кварцитовой подсвиты; 2 -- породы средней и нижней пачек кварцитовой подсвиты; 3 -- породы верхней пачки черносланцевой подсвиты; 4 -- породы средней пачки черносланцевой подсвиты; 5 -- породы нижней пачки черносланцевой подсвиты; 6 -- породы авкитской свиты; 7 -- зона развития порфиробластических сланцев и интрузивных тел основного состава; 8 -- габбро-диабазы; 9 -- гипербазиты; 10 -- ось синклинали; 11 -- ось антиклинали; 12 -- разрывные нарушения; 13-- рудные тела; I -- Рудная синклиналь; II -- Северная синклиналь, III -- Тыйский разлом, IV -- Аквитский разлом.

2.2 Фанерозойские колчеданно-полиметаллические месторождения

В вулканогенно-осадочных толщах данные месторождения связаны с контрастной базальт-липаритовой формацией, а также с ее интрузивными аналогами. Рудные тела, как согласные со слоистостью, так и секущие, контролируются зонами расланцевания и брекчирования. Имеют место комбинированные формы, обязанные сочетанию согласных и секущих структур; такие месторождения представляют наибольшую промышленную ценность. Околорудные изменения интенсивны и представлены продуктами железо-магнезиально-кальциевого метасоматоза и кислотного выщелачивания.

Для описываемых месторождений характерна горизонтальная зональность в размещении месторождений разного состава в пределах рудных полей и районов. На отдельных месторождениях проявляется четкая вертикальная зональность, обусловленная уменьшением с глубиной содержания свинца и увеличением - цинка и меди.

Фанерозойские колчеданно-полиметаллические месторождения в терригенных толщах приурочены к периферическим частям миогеосинклинальных систем. Они размещаются в узлах сопряжения крупных складчатых и дизъюнктивных структур (зонах смятия). По типам и качеству руд, набору элементов-примесей, морфологии рудных тел эти месторождения близки к месторождениям в вулканогенно-осадочных толщах. Характер околорудных изменений зависит от состава вмещающих пород: в силикатных - хлоритизация, в карбонатных - анкеритизация,

сидеритизация. [2]

К месторождениям данного типа относится Тишинское месторождение (рис.2.6). Тишинское месторождение находится на Рудном Алтае; открыто месторождение в 1958 г., эксплуатируется с 1965 г. Месторождение приурочено к центральной части Кедровско-Бутачихинской зоны разломов, которая является западной ветвью Северо-Восточной зоны смятия Рудного Алтая. Оно залегает на контакте ильинской и сокольной свит эйфельского возраста. Верхняя часть ильинской свиты сложена туфами и лавами андезито-базальтового состава с маломощными прослоями кислых эффузивов, алевролитов и тонкозернистых песчаников. Низы сокольной свиты в пределах месторождения представлены известковыми и известково-углистыми алевролитами, углистыми и известково-углистыми сланцами, песчаниками, туфопесчаниками, туффитами, реже туфами и лавами липарито-дацитового и дацитового состава. [3]

Рис. 2.6. Геолого-структурная схема Тишинского рудного поля. По В. Старостину, Г. Яковлеву

1 -- лениногорская свита (переслаивание туфов и лав липаритовых порфиров с алевролитами); 2 -- крюковская свита (песчаники); 3--8 -- ильинская свита: 3 -- туфогенные алевролиты, 4 -- бомбовые туфы, 5 -- лавы липаритовых порфиров, 6 -- туфы и 7 -- лавы базальтовых и андезитовых порфиритов, 8 -- туффиты среднего состава; 9 -- успенская свита, нижняя (сокольная) подсвита -- переслаивание алевролитов с углисто-глинистыми сланцами; 10--12 -- верхняя подсвита: 10 -- известковистые алевролиты с прослоями туффитов кислого состава, 11 -- грубообломочные туфы, 12 -- лавовые брекчии липаритовых и липарито-дацитовых порфиров; 13 -- шипуновская свита -- глинистые сланцы, алевролиты и песчаники; 14 -- ранние субвулканические тела липаритовых и липарито-дацитовых порфиров; 15--16 -- поздние субвулканические тела: 15 -- липаритовых порфиров, 16 -- андезито-базальтовых порфиритов; 17 -- экструзии липаритовых порфиров; 18 -- гранодиориты змеиногорского комплекса; 19 -- кварц-эпидот-хлоритовые метасоматические образования по вулканогенно-осадочным породам девонского возраста; 20 -- 23 -- рудная минерализация: 20 -- вкрапленная и прожилково-вкрапленная жильного типа, 21 -- оруденение внутри палеовулканических сооружений, 22 -- сульфидная, вулканогенно-осадочного генезиса, на контакте вулканических сооружений с перекрывающими толщами, 23 -- руды в пачке переслаивания в надкупольных частях палеовулкана; 24 -- контуры тектоновулканических сооружений; 25 -- синвулканические разломы; 26 -- надвиги; 27 -- разломы; 28 -- элементы залегания. I--IV -- тектоновулканические сооружения: I -- Познопаловское, II -- Сигнальное, III -- Козлушинское, IV -- Острушинское

2.3 Свинцово-цинковые, так называемые стратиформные месторождения Тесно связаны с карбонатной формацией. Рудные тела представлены, с одной стороны, пластообразными залежами осадочного генезиса, а с другой - секущими линзо- и жилообразными телами, сформировавшимися в дизъюнктивных нарушениях в процессе переработки гидротермальными растворами первично-осадочных руд. Как правило, те и другие рудные тела присутствуют на всех

стратиформных месторождениях, но относительное количество их различно. Для месторождений с пластообразными залежами характерны согласные пласты оруденелых доломитов и известковистых доломитов мощностью от первых десятков сантиметров до первых десятков метров; по простиранию рудные тела прослеживаются на многие километры; границы их, как правило, нечеткие и устанавливаются по данным опробования. Секущие линзо- и жилообразные рудные тела имеют весьма прихотливую форму, но четкие границы; мощность их находится в пределах от нескольких сантиметров до первых десятков метров. Околорудные изменения относительно слабые, выражены доломитизацией, баритизацией и окварцеванием. [2]

Примером стратиформного типа может служить месторождение Ачисай (Турлан) (рис.2.7).

Рудные тела Ачисайского месторождения сосредоточены в северо-восточной части брахисинклинали, в зоне широтного простирания длиной около 2 км. Всего на месторождении зафиксировано 64 рудных тела, из них лишь четыре обнажились на дневной поверхности. Средняя мощность рудных тел 0,5--3 м, максимальная, равная 30 м, отмечена в местах пересечения тектонических трещин; контакты с вмещающими породами резкие, положение их по отношению к вмещающим породам секущее. Рудная зона имеет весьма сложное строение и состоит из серии неправильных рудных тел, часто взаимно связанных между собой апофизами. Среди рудных тел преобладают короткие жилы -- ленты с невыдержанной мощностью, представленные, с одной стороны, согласно залегающими линзами, а с другой -- секущими жилами в карбонатных породах.

Первичные рудные тела на 50--90% состоят из пирита, пересеченного различной густоты прожилками сфалерита и галенита; остальные-сульфиды редки и присутствуют в ничтожных количествах. Многие рудные тела, как и вмещающие их породы, обладают отчетливыми признаками сильного пострудного динамометаморфизма.

В первичных рудах месторождения кроме пирита, сфалерита и галенита встречаются также в очень небольших количествах марказит, халькопирит, гематит и магнетит, а из нерудных минералов доломит, кальцит, барит и флюорит. [3]

Рис 2.7. Геологический разрез Основного рудного тела месторождения Ачисай. По В. Матвееву.

1 -- делювий; 2 -- рудничных и турланский горизонты; 3 -- искристый горизонт; 4 -- ба-зальный горизонт; 5 -- мергелистые отложения верхнего девона; в -- брекчия; 7 -- надрудная брекчия; 8 -- рудное тело; 9 -- тектонические нарушения

2.4 Скарновые свинцово-цинковые месторождения

Локализованы преимущественно в карбонатных породах и приурочены к зонам глубинных разломов, обнаруживая пространственную и временную связь с малыми интрузиями основного и кислого ряда. Для морфологии рудных тел типичны значительное разнообразие и сложность: рудные тела трубообразной и иной сложной формы, приуроченные к участкам пересечения дизъюнктивных нарушений

в карбонатных породах, имеют мощность от нескольких до первых десятков метров, протяженность - от десятков до нескольких сотен метров; пластообразные и субпластовые залежи - на контакте карбонатных пород с глинисто-кремнистыми или алюмосиликатными - имеют размеры до первых сотен метров по простиранию при мощности в несколько метров; трещинно-жильные тела обычны среди интрузивных и эффузивных пород. Часто встречаются рудные тела комбинированной формы, сочетающие в себе элементы всех морфологических типов.

Руды тесно ассоциируют с пироксеновыми и другими скарнами, участками их окварцевания и хлоритизации, иногда кварц-анкеритовыми метасоматитами. [2] Примером месторождений этого типа является месторождение Алтын-Топкан (рис.2.8).

Месторождение Алтын-Топкан находится в Узбекистане, на северном склоне гряды Карамазар. Оно приурочено к тектоническому блоку, со всех сторон ограниченному крупными разломами. Блок сложен карбонатными отложениями среднего палеозоя, перекрытыми эффузивами верхнего палеозоя отмечается горизонтальная рудная зональность.

В состав карбонатных пород основания входят слоистые известняки, доломиты и мергели среднего и верхнего девона, а также массивные известняки нижнего карбона общей мощностью около 1500 м. Несогласно перекрывающие их вулканогенные породы верхнего палеозоя состоят из туфов и туфолав андезитовых порфиритов и липаритовых порфиров мощностью около 800 м. Породы карбонатной и вулканогенной толщи падают к северо-западу: на юге, близ контакта с гранодиоритами, под углами 55--60°, а в удалении от него к северу, под углами 10--15°. [3]

Рис. 2.8. Схематическая геологическая карта месторождения Алтын-Топкан. По И, Кошла

1 -- четвертичные отложения; 2 -- лавы андезитовых порфиритов; 3 -- туфы и туфолавы липаритовых порфиров; 4 -- туфы, туфобрекчии и туфопесчаники андезитовых порфиров; 5 -- массивные и грубослоистые известняки; 6 -- известняки и доломиты; 7 -- метаморфизованные терригенные отложения нижнего палеозоя; 8 -- диабазовые порфирита; 9 -- кварцевые порфирита; 10 -- гранит-порфиры; 11 -- пироксенсодержащие гранодиорит-порфиры; 12 -- крупнопорфировые гранодиорит-порфиры; 13 -- сиенитовидные гранодиорит-порфиры; 14 -- андезитовидные гранодиорит-порфиры; 15 -- гранодиориты; 16 -- скарноворудные тела; 17 -- тектонические нарушения; 18 -- крупные разломы смятыми в складки, разбитыми разломами и пронизанными интрузивами верхнего палеозоя.

2.5 Жильные месторождения

Широко распространенный в мире тип свинцово-цинковых месторождений, имеющих лишь средние и мелкие размеры. Эти месторождения локализуются, как правило, в неблагоприятных для метасоматоза породах (гранитоиды, песчаники, липариты). Рудные тела образованы кварцевыми, кварцево-карбонатными, кварцево-флюоритовыми и кварцево-баритовыми жилами и прожилками, обычно крутопадающими. На месторождениях нередко проявлена вертикальная

минералогическая зональность, выражающаяся в повышенном содержании золота, барита и флюорита в верхних частях рудных тел, максимальном содержании свинца и цинка в их средних частях, а меди - на глубине.[2]

Месторождение Садон относится к данному промышленному типу (рис.2.9). Это месторождение представляет собой сложную жилу, выполняющую крупный разлом, который пересекает палеозойские граниты, перекрывающие их юрские эффузивы, и затухает в осадочной толще юры на крыльях Садоно-Згидской антиклинали.

Главными рудообразующими минералами Садона являются галенит, сфалерит и кварц. Рудообразование протекало в четыре стадии, разделенные перерывами с дроблением ранее отложенной минеральной массы. В первую слабую стадию выделялись кварц и пирит. Во вторую, также не очень интенсивную стадию, отложились кварц, кальцит и пирротин с сопутствующими им пиритом, арсенопиритом, халькопиритом, сфалеритом и галенитом. Третья, основная стадия обусловила накопление главной массы сфалерита, галенита, кварца и кальцита и сопровождающих их пирита, пирротина, арсенопирита, халькопирита, тетраэдрита, самородного висмута и мангансидерита. В четвертую, слабую постумную стадию образовался кальцит, содержащий арсенопирит и сфалерит. Рудная масса в зоне рудоносного разлома распределена неравномерно, в существенной степени в зависимости от изменения элементов залегания его тектонических ограничителей. «Наиболее интенсивное оруденение наблюдается на участке Восточного сброса с простиранием 38--40°, с северо-западным либо вертикальным падением. Здесь сосредоточено до 50% запасов. Около 30% запасов заключено в участках, где Восточный сброс приобретает простирание 46° (Ходская, Новая рудные зоны). Менее благоприятными для локализации оруденения являются участки, где Восточный сброс имеет простирание 26-- 30°.[3]

Рис. 2.9. Схема геологического строения месторождения Садон. По 5. Черницину, Б. Агееву.

1 -- песчано-сланцевые отложения домера и тоара -- кварцевые песчаники, алевролиты, алевропелиты; 2 -- вулканогенная толща нижнего лейаса -- кварцевые альбитофиры, порфириты, туфы, туфобрекчии агломераты и др.; 3 -- базальный горизонт нижнего лейаса (преимущественно конгломераты); 4 -- гранитоиды палеозоя -- граниты, гранодиориты и др.; 5 -- дайки андезит-дацитовых норфиритов; 6 -- интенсивно катаклазированные и гидротермально измененные породы; 7 -- Садонский разлом: а -- Восточный взбросо-сдвиг, б -- Западные сбросо- и взбросо-сдвиги (I--V); 8--9 -- промышленные жилы и зоны; 10 -- полиметаллические (кварц-галенит-сфалеритовые), 9 -- пирротин-полиметаллические (кварц-галенит-сфалерит-пирротин-полиметаллические); 10 -- проекции рудных жил на поверхность.

3. Группировка месторождений по сложности геологического строения для целей разведки

По размерам и форме рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и особенностям распределения свинца и цинка месторождения свинцовых и цинковых руд соответствуют 1-, 2- и 3-й группам «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых»,

утвержденной приказом Министра природных ресурсов Российской Федерации от 7 марта 1997г. № 40.

К 1-й группе относятся месторождения (участки) простого строения с рудными телами, представленными крупными пластообразными залежами простой формы, подчиняющимися стратиграфическому и литологическому контролю, с выдержанной мощностью и относительно равномерным распределением свинца и цинка. Размеры рудных тел по простиранию составляют несколько километров, по падению (ширине) сотни метров - первые километры. Мощности рудных тел до первых десятков метров. Примером месторождения 1-й группы является Миргалимсайское (Казахстан).

Ко 2-й группе относятся месторождения (участки) сложного геологического строения с рудными телами, представленными крупными и средними линзообразными и протяженными пластообразными залежами неоднородного строения, нередко имеющими большую, но невыдержанную мощность или неравномерное распределение свинца и цинка (Озерное, Горевское, Холоднинское и другие месторождения), а также лентовидными залежами, жиллообразными телами относительно небольшой невыдержанной мощности с неравномерным распределением свинца и цинка (Белуосовское, Иртышское, Березовское месторождения - Казахстан). Размеры рудных тел по простиранию и падению составляют от сотен метров до 1,0-2,5 км, мощность - от первых метров до нескольких десятков и даже первых сотен метров.

К 3-й группе относятся месторождения (участки) очень сложного геологического строения с рудными телами, представленными средними и небольшими по размерам линзообразными и пластообразными залежами, протяженными жильными зонами и жилами с изменчивой мощностью и невыдержанным содержанием свинца и цинка (Садонское, Рубцовское и другие месторождения) и небольшими очень сложного строения трубообразными, линзовидными залежами с резко изменчивой мощностью и исключительно неравномерным распределением свинца и цинка (Архонское, Кварцевая Сопка). По простиранию и падению рудные тела имеют длину десятки-сотни метров с мощностью от 1,0 до 20 м.

Месторождения свинцово-цинковых руд 4-й группы Классификации, представленные мелкими жилами, залежами или телами с чрезвычайно сложным прерывистым гнездообразным распределением рудных скоплений, промышленного значения, как правило, не имеют.

Принадлежность месторождения (участка) к той или иной группе устанавливается по степени сложности геологического строения основных рудных тел, включающих не менее 70 % общих запасов месторождения.

При отнесении месторождений к той или иной группе могут использоваться количественные характеристики изменчивости основных свойств оруднения.[2]

4. Экономика минерального сырья

4.1 Способы переработки (обогащения) полезного ископаемого

Технология переработки руд свинцово-цинковых месторождений зависит от их

минерального состава, степени окисления, комплексности, текстуры и структуры, крупности зерен, степени взаимного прорастания одних минералов другими, сопротивляемости руд дроблению и степени шламообразования при их дроблении и измельчении.

Вследствие комплексного состава и относительно невысоких содержаний ценных компонентов руды полиметаллических месторождений подвергаются обогащению, преимущественно флотации.

В целях повышения содержаний свинца и цинка в рудах, направляемых на флотацию, нередко применяется предварительное гравитационное обогащение в тяжелых суспензиях, в результате чего отделяется 30-40 % пустой породы с небольшими потерями свинца, цинка и меди в легкой фракции. Применение гравитации позволяет вовлекать в промышленное освоение руды с относительно низкими содержаниями металлов. Кроме того, для предобогащения руд возможно применение радиометрической сортировки и радиометрической сепарации.[2]

4.2 Требования промышленности к качеству минерального сырья

Качество свинцовых, цинковых и серноколчеданных концентратов в каждом конкретном случае регламентируется договором между поставщиком и перерабатывающими металлургическими и химическими заводами или существующими ГОСТами и техническим условиями.[2]

Свинцовый концентрат выпускался восьми марок КС и пяти марок КС-А, а также в виде свинцового промпродукта (ППС) и свинцово-медного продукта (ПСМ), химический состав которых в пересчете на сухую массу должен был удовлетворять требованиям, указанным в табл. 4.2.1.

Таблица 4.2.1 Требования к качеству свинцовых концентратов (ОСТ 48-92-75)

Марка концентрата

Содержание, %

Марка концентрата

Содержание, %

свинца, не менее

примесей, не более

свинца,
не менее

примесей, не более

цинка

меди

цинка

меди

КСО-А

2,5

1,5

KC4-A

56

7,0

3,3

KCO

73

2,5

1,5

KC4

55

8,0

3,5

KC1-A

71

3,0

1,7

KC5

50

10

4,0

KC1

70

3,0

1,7

KC6

45

11

5,0

KC2-A

66

4,0

2,0

KC7

40

13

6,0

КС2

65

4,0

2,0

ППС

30

Не нормируется

Не нормируется

КС3-А

61

5,5

2,5

ПСМ

20

Не нормируется

20,0

КСЗ

60

6,0

2,3

Цинковый концентрат выпускался семи марок КЦ, а также в виде цинково-индиевого концентрата - КЦИ, химический состав которых в пересчете на сухую массу должен удовлетворять требованиям, указанным в табл. 4.2.2.

Таблица 4.2.2. Требования к качеству цинковых концентратов (ОСТ 48-31-81)

Марка концентрата

Массовая доля, %

цинка, не менее

индия, не менее

примесей, не более

железа

кремнезема

меди

мышьяка

1

2

3

4

5

6

7

КЦ-0

59

Не нормируется

4,0

2,0

0,9

0,05

КЦ-1

56

То же

5,0

2

1,0

0,05

КЦ-2

53

«

7

3

1,5

0,1

КЦ-3

50

«

9

4

2,0

0,3

КЦ-4

45

«

12

5

3,0

0,5

КЦ-5

40

«

13

6

3,0

0,5

КЦ-6

40

«

16

10

4,0

0,6

КЦИ

40

0,04

18

6

3,5

0,5

П р и м е ч а н и е. Во всех марках цинкового концентрата по требованию потребителя определяется массовая доля фтора. Концентраты с массовой долей фтора более 0,02 % поставляются по соглашению сторон.

4.3 Конъюнктура рынка

4.3.1 Цинк

Цинковая промышленность России в настоящее время пока не играет ключевой роли на мировом рынке, однако имеет весомое значение для отечественной экономики, использующей оцинкованные материалы в строительстве и машиностроении.

На территории России расположены два крупных месторождения цинка мирового значения - Озерное и Холоднинское в Республике Бурятия. Лидерами по балансовым запасам цинка в РФ являются: Республика Бурятия (около 48% всех запасов), Республика Башкирия (11%) и Алтайский край (8%), кроме того, значимые месторождения цинка имеются в Оренбургской и Челябинской областях.

Рис. 4.3.1. Добыча цинка в субъектах РФ в 2009 г., тыс. т

Российские рафинировочные цинковые предприятия в настоящее время не относятся к числу ведущих в мире. Главными российскими производителями чистого цинка являются ОАО "Челябинский цинковый завод" ("ЧЦЗ") и ОАО "Электроцинк" (г. Владикавказ).

Традиционным зарубежным покупателем российского рафинированного цинка является Турция (в 2009 г. - 50,3% всего экспорта, 2004 г. - 75%, 2002 г. - почти 56,5%). При этом значительные объемы цинка по-прежнему поступают западноевропейским потребителям - в Нидерланды, Германию, Великобританию, Италию. Постепенно увеличивается доля стран СНГ в российском экспорте, если в 2000 г. она составила 0,25%, в 2004 г. - 0,60%, то в 2009 г. - 2,96%.

Все еще достаточно высоким остается ввоз рафинированного цинка в РФ из стран СНГ. Так, в 2009 г. из Казахстана было импортировано 13,9 тыс. т металла (в 2008 г. - 11,23 тыс.), а из Узбекистана - 7,98 тыс. т (в 2008 г. - почти 11 тыс.). В целом ввоз цинка в РФ в 2009 г. составил 21,98 тыс. т, из них на Казахстан и Узбекистан пришлось 99,5% суммарного импорта.

Рис. 4.3.2. Динамика производства, экспорта и импорта рафинированного цинка в 2000-2009 гг., тыс. т

4.3.2 Свинец

Основным потребителем свинца и его сплавов в России является промышленность по выпуску аккумуляторов.

Почти 90% запасов металла РФ сконцентрировано в Сибири, еще 7% -- на Дальнем Востоке. Около 70% российских запасов свинца сосредоточено в двух регионах на трех крупнейших месторождениях: Горевском в Красноярском крае (почти 44% разведанных запасов), Озерном и Холоднинском в Республике Бурятия.[5]

Рис. 4.3.3. Распределение добычи свинца по субъектам РФ в 2009 г., тыс. т

Доля страны в мировой добыче свинца в 1995 г. составляла 0,9%, в 2000 г. -- 0,4%, а в 2008 г. -- достигла почти 1,4%. Доля России в мировом производстве рафинированного свинца в 1995 г. равнялась 0,55%, в 2000 г. -- 0,7%, а в 2008 г. -- поднялась до 1,15%. Таким образом, за счет наращивания выпуска вторичного металла роль страны в мировом выпуске рафинированного свинца растет, при этом

добываемая свинцовая руда не является востребованной плавильными предприятиями Кавказа, Урала, Восточной Сибири и Приморского края.[4] В экспортных отгрузках рафинированных свинца и цинка для России главным являются турецкий рынок, на который в 2009 г. приходилось 25% суммарного вывоза металла, и рынок Германии (20,6%). В крупных масштабах осуществлялись также поставки в страны СНГ (в 2009 г. -- около 11%, в 2008 -- 23%): в основном на Украину (8 тыс. т), Узбекистан (0,77 тыс.) и Казахстан (0,1 тыс.). В 2004 -- 2008 гг. постепенно росла доля КНР -- с 2,2 до 6,2%, однако в 2009 г. она уменьшилась до 5,6%.

Рис. 4.3.4. Динамика производства, экспорта и импорта рафинированного свинца в 2000-2009 гг., тыс. т

Рафинированный свинец из РФ уже в течение многих лет поступает на внешние рынки по ценам ниже среднемировых, но отмечается тенденция к постепенному приближению к ним.[5]

Заключение

Свинец и цинк - металлы, на долю главных минералов которых приходится свыше 90 и 95 % запасов и добычи соответственно. В природе известно более 300 минералов, содержащих свинец, и более 140 - цинк. Главнейшими минералами свинца и цинка являются сульфиды, сульфосоли и карбонаты.

Выделяют несколько генетических типов свинцово-цинковых месторождений: докембрийские колчеданно-полиметаллические, фанерозойские колчеданно-полиметаллические, свинцово-цинковые (стратиформные), скарновые и метасоматические залежи в известняках, жильные.

Промышленное использование свинцово-цинковых руд возможно только после обогащения, преимущественно флотации.

Требования к свинцовым и цинковым концентратам в каждом конкретном случае регламентируется договором между поставщиком и перерабатывающими металлургическими и химическими заводами или существующими ГОСТами и техническим условиями.

Свинцово-цинковая промышленность имеет весомое значение для отечественной экономики, что непосредственно ведет к увеличению спроса на это сырье.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2009 году». Под редакцией С.Е. Донского. Составление и оформление: Центр «Минерал» ФГУ НПП «Аэрогеология», 2010 г.
2. Методические рекомендации по применению классификации запасов к месторождениям свинцовых и цинковых руд. «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ «ГКЗ») Москва, 2005 г.
3. Рудные месторождения СССР В 3-х т. Под редакцией академика В. И. Смирнова. Изд. 2-е, перераб. и доп. Т. 2. М., «Недра», 1978. 3928 с.
4. «Лондонская биржа металлов» <http://www.lme.com>
5. Ресурсы Интернет