# МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНАЯ АКАДЕМИЯ

**КАФЕДРА ПОИСКА И РАЗВЕДКИ М.П.И**

## КУРСОВАЯ РАБОТА

**ПО ТЕМЕ**

**«ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДКИ И ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НИКЕЛЯ»**

**СДАЛ: СТУДЕНТ ЛУНИН В.В.**

**ГРУППА: ВЭГ 94-2**

###### ПРИНЯЛ: ПРОФЕССОР

**ЯСКОВСКИЙ П.П.**

**1998г.**

**МОСКВА**

# Содержание

1. Введение 1
2. Общие сведения 6
3. Минерально-сырьевая база 9
4. Промышленные типы месторождений 11
5. Технологические свойства руд и особенности их переработки 18
6. Методика разведки месторождений никеля 21
7. Опробование 27
8. Изучение руд на попутные компоненты 32
9. Классификация запасов полезных ископаемых 34
10. Оценка месторождений на разных стадиях геологоразведочных работ 41
11. Подсчет запасов 52
12. Заключение 56

##### Список литературы

##### Введение

Учение о месторождениях полезных ископаемых относится к геолого-экономическим дисциплинам. К ним же принадлежат и методика поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, экономика минерального сырья и геологоразведочных работ и некоторые другие, тесно связанные между собой дисциплины. Большое значение для учения о полезных ископаемых имеет также технология полезных ископаемых, включающая вопросы обогащения руд, облагораживание концентратов, металлургического и других видов передела минерального сырья.

К полезным ископаемым относят минеральные образования, которые используются в промышленности целиком (например, граниты - для производства щебня, строительные глины) или для извлечения из них тех или иных полезных компонентов (минералов, химических элементов, соединений элементов и др.).

Рудой называют минеральный агрегат, из которого технологически возможно и экономически выгодно извлекать химические элементы, (в том числе металлы), их соединения или минералы. Иными словами, руда - рудное полезное ископаемое. К нерудным полезным ископаемым относят горные породы, из которых не извлекают химические элементы и минералы, а используют целиком с учетом особенностей их физических, физико-химических свойств и состава. Например, диабазы применяют для производства плавленого камня, граниты и гнейсы - строительного щебня и бута, каменный уголь используется как минеральное топливо. Таким образом, к нерудным ископаемым относятся преимущественно те или иные горные породы. Иногда и из горных пород извлекается какая-то их часть (например, блоки для последующей распиловки на облицовочные плиты, или кондиционные штуфы нефрита-сырца). Такие виды горных пород относятся к полурудным полезным ископаемым.

Месторождением полезных ископаемых обычно считают участок земной коры, на котором в результате геологических процессов образовалось полезное ископаемое в достаточном для разработки количестве и по качеству, горно-геологическим и экономическим условиям удовлетворяющее требованиям промышленности. Однако к месторождениям в последнее время стали относить и такие скопления полезного ископаемого, которые сформировались благодаря деятельности человека - так называемые техногенные месторождения. Кроме того, к месторождениям относят также участки гидросферы - например, некоторые соляные (в том числе содовые) озера, из которых извлекают не только поваренную соль, соду и другие химические продукты, но и ряд элементов (бор, литий, магний и пр.). Специфические месторождения - моря и океаны, вода которых служит источником магния, поваренной соли и других продуктов, а также вся атмосфера Земли - источник кислорода, азота и других газов. В качестве месторождений отдаленного будущего рассматриваются астероиды, скопления полезных ископаемых на Луне и т. д.

К рудопроявлениям относят такие скопления полезных ископаемых, которые недостаточно исследованы (и потому их нельзя еще отнести к месторождениям) или по тем или иным показателям не удовлетворяют требованиям, обусловливающим выгодную разработку. Необходимо различать рудопроявления с недостаточными ресурсами сырья и, следовательно, не представляющие интереса в качестве объекта разработки в настоящем и будущем, и рудопроявления со значительными ресурсами сырья, но не соответствующие требованиям промышленности по горно-геологическим, экономическим, технологическим или экологическим причинам. Среди таких рудопроявлений имеются потенциальные месторождения, которые следует учитывать в качестве возможного объекта разработки.

Мелкие рудопроявления, которые не представляют интереса для разработки ни в настоящем, нив будущем, называют точкой минерализации (или рудной точкой, минерализованной точкой, пунктом минерализации). Точки минерализации могут представлять интерес как поисковый признак для выявления месторождений.

Возможность разработки скоплений минерального сырья в недрах определяется рядом горно-геологических и экономико-географических факторов. К горно-геологическим условиям относятся размеры объектов (в том числе мощность залежей), глубина их залегания от поверхности, степень обводненности, морфология залежей, характер их залегания, наличие внутри них тел пустых пород, степень изменчивости состава залежи по падению, простиранию и вкрест простирания, механические свойства полезного ископаемого и вмещающих пород. Массовая доля полезных, вредных и балластных примесей - один из важнейших показателей при оценке месторождений. В ряде случаев имеет значение и соотношение отдельных компонентов друг с другом. Например, для оценки полевого шпата как керамического сырья имеет значение не только общая массовая доля оксидов щелочей (Na2O+K2O), но и величина отношения K2O/ Na2O. Для переработки бокситов на алюминий учитывается величина отношения Аl2O3/SiO2 (кремниевый модуль); для переработки хромитов на феррохром - величина отношения Cr2O3/FeО. Нередко промышленно важной является не валовая массовая доля того или иного компонента, а ее величина, связанная с определенным минералом. Например, для руд молибдена следует учитывать молибден, входящий в состав сульфидов, так как такие руды могут легко обогащаться в отличие от оксидных. В связи с этим наряду с обычными (валовыми) химическими анализами выполняют и рациональные, показывающие связь одних элементов с другими.

К географо-экономическим факторам оценки месторождений относятся степень удаленности объектов от тех или иных путей сообщения (железных дорог, судоходных рек, побережий), экономическая развитость района, наличие и стоимость энергии, климатические условия, наличие рабочей силы, крепежных и строительных материалов и т. д.

Учение о полезных ископаемых тесно связано с минералогией, геохимией, петрографией, структурной и исторической геологией, литологией, тектоникой, геоморфологией, гидрогеологией и рядом других геологических наук, а также с кристаллографией, физической химией, аналитической химией, теорией вероятности и др.

Учение о месторождениях полезных ископаемых тесно связано и с развитием горного дела. Еще в глубокой древности, в эпоху первобытнообщинного строя человек использовал различные камни, а затем и примитивные каменные орудия для охоты, раскалывания костей животных, обработки шкур. Из камня делали наконечники для стрел, ножи, скребки, каменные топоры. Постепенно человек научился пользоваться металлами. Вначале, по-видимому, метеорным железом, самородными медью и золотом, а затем стал выплавлять металлы из руд. Судя по археологическим находкам, золото люди стали применять за 12 тыс. лет до н.э. С давних времен человек занимался добычей соли. Кельты стали получать соль из рассолов еще в 1 тысяче­летии до н. э. Бронзовый век, во время которого получали легкоплавкие сплавы меди с оловом, свинцом, серебром и сурьмой, длился примерно до 1 тысячелетия до н.э. В это время в качестве топлива уже использовалась нефть. Во втором тысячелетии до н. э. на Древнем Востоке - в Египте, Месопотамии - стали выплавлять железо из руды, начался железный век.

На территории СНГ на Урале, Алтае, в Средней Азии известны следы древних разработок, так называемые «чудские копи». Добыча руд меди, олова, золота и серебра велась здесь за несколько тысячелетий до н.э. В Средней Азии и на Алтае имеются следы древних разработок талькового камня, из которого делали посуду. Известны древние разработки и в Закавказье. В Индии найдены браслеты из обожженного талькита, возраст которых около пяти тысячелетий. Одним из первых, кто рассматривал условия формирования месторождений полезных ископаемых, были философы Фалес, Зенон, Гераклит. Фалес (624—547 гг. до н. э.) считал воду первоисточником всего живого и мертвого. Гераклит (544—474 гг. до н. э.) полагал, что главенство принадлежит огню. Отдельные суждения о рудах можно найти в трудах Аристотеля (IV век до н. э.), Плиния Старшего (1 в. до н.э.), Тита Лукреция Кара (1 *в.* н. э.). Ли Сицина (950 г. н. э.). Ряд сведений о рудах и минералах имеется в работах ученых Средней Азии ибн-Сины (Авиценны, 1023 г.), аль-Бируни (1048 г.).

Научные основы учения о полезных ископаемых зарождались в средние века. Одним из известнейших ученых того времени был Георгий Агрикола (1494—1555 гг.). Он полагал, что рудные жилы сформированы растворами или «соками земли». Позднее, в XVII в. Рене Декарт, наоборот, связывал рудное вещество с инъекциями из глубин недр. М. В. Ломоносов (1711—1765 гг.) пришел к выводу, что, исследуя пересечения рудных жил, мож­но установить последовательность их образования. Он считал, что формирование месторождений полезных ископаемых связано с действием поверхностных вод. Позднее, в середине XIX века подобные идеи высказал французский ученый Эли де Бомон. Спор между плутонистами - учеными, связывающими рудный процесс с глубинными источниками, и нептунистами - учеными, полагающими, что руды отлагались из нисходящих по трещинам подземных вод, особенно обострился в XVIII в. и продолжался до первой половины XIX в. Наиболее ярким представителем плутонистов был геолог из Шотландии Д. Хеттон (1726— 1797 гг.), нептунистов — профессор Фрайбергской Горной Академии А. Г. Вернер (1749—1817 гг.). В качестве продолжателей нептунистов второй половины XIX в. следует упомянуть Г. Бишофа и Ф. Зандберга, развивших интересную латераль-секреционную гипотезу. Согласно их взглядам, поверхностные воды заимствовали из боковых пород необходимые для рудообразования компоненты.

В работах русского ученого А. П. Карпинского (1883 г.) и американского ученого Ф. Пошепного (1813 г.) описано многообразие процессов генезиса руд. Дальнейшее развитие взглядов на рудообразование в начале XX в. связано с исследованиями И. Фогта (Норвегия), В. Линдгрена, В. Эммонса (США), В. А. Обручева, А. П. Карпинского, К. И. Богдановича. Первые в России учебные пособия по полезным ископаемым - «Курс рудных месторождений» А. П. Карпинского и позднее изданный учебник по рудным месторождениям К. И. Богдановича (1912 - 1913 гг.).

В советский период большой вклад в развитие учения о полезных ископаемых внесли В. А. Обручев, А. П. Заварицкий, В. И. Вернадский, А. Е. Ферсман, Л. И. Лутугин, П. И. Степа­нов, И. М. Губкин, С. И. Миронов, Ю. А.Билибин, А. Г. Бетехтин, Д.С. Коржинский, В. С. Соболев, С. С. Смирнов, П. М. Татаринов, И. Ф. Григорьев, В. М. Крейтер, В. И. Смирнов, М. Г. Магакьян, Д. П. Григорьев, М. А. Усов, В. К- Котульский, П. И. Преображенский, X. М. Абдуллаев, А. В. Пэк, А. В. Казаков, Н. М. Страхов, Г. С. Дзоценидзе, К. И. Сатпаев, В. П. Петров, В. Д. Никитин, Н. С. Курнаков, Л. И. Пустовалов, И. С. Рожков и многие другие. Из зарубежных ученых следует отметить большую роль в развитии науки Б. Линдгрена, В. Эммонса, А. Баддиндгтона, Б. Батлера, Л. Грейтона, И. Иовчева, Е. Ссадецки-Кардоша, Я. Кутины, П. Ниггли, Г. Шнейдерхена, К. Оксениуса, А. Локка, Я. Вант-Гоффа, Г. Потонье, А. Бетма-на, М. Рамдора, Р. Рутье и многих других.

Минеральное сырье играет огромную роль в народном хозяйстве нашей страны. Развитию минерально-сырьевой базы СНГ и ее освоению уделяется исключительно большое внимание. Советские геологи создали в нашей стране надежную минерально-сырьевую базу.

Большое внимание уделяется комплексному использованию минерального сырья, т. е. вовлечению в промышленность ряда компонентов, входящих в состав руд. Например, из серебро-свинцово-цинковых руд извлекают серу, селен, кадмий, индий, барит и другие компоненты. На некоторых месторождениях горючих газов попутно получают сероводород (для извлечения серы) и гелий. На некоторых месторождениях флогопита стали попутно извлекать новый вид керамического сырья — диопсид. Примеров подобного рода можно привести очень много. Однако еще много попутных продуктов теряется. Например, в нашей стране пока не используются тонкоизмолотые серпентиновые отходы фабрик по извлечению волокон хризотил-асбеста, хотя в некоторых странах (например, в Канаде) постепенно, пока в опытном порядке, стали извлекать из этих отходов магний и другие компоненты. В США в экспериментальном порядке приступили к извлечению урана из фосфоритов.

При разработке многих месторождений попутно добывают вмещающие (в том числе вскрышные) породы, которые нередко используются для строительных целей, закладки выработанного пространства в подземных выработках и т. д.

**Общие сведения.**

Никель был открыт в 1751г. шведским металлургом А.Ф.Кронстедтом. Это серебристо-белый металл с сильным блеском, не тускнеющий на воздухе. Никель тверд, тугоплавок и легко полируется. При отсутствии примесей (особенно серы) он весьма гибок, ковок, тягуч и способен развальцовываться в очень тонкие листы и вытягиваться в проволоку. Температура плавления никеля 1455 0С, температура кипения 2990 0С, плотность 8,9 г/см3. Кларк никеля, по А.П. Виноградову , 0,008%.

Наиболее древние – сульфидные медно-никелевый месторождения архейских зеленокаменных поясов расположены на западе Австралии. Одни месторождения этого района заключены в пачке высокомагнезиальных вулканогенных пород мощностью 240-600 м, залегают они в горизонте серпентинизированных комтиитовых перидотитов. Образование руд произошло до метаморфизма вулканогенных толщ. Месторождения второго более позднего типа ассоциируют с дайками дунитов.

На орогенной стадии геосинклинальных областей образуются комплексные никель-кобальтовые месторождения (часто с серебром, висмутом, ураном), ассоциирующие с комплексами гранитоидов.

Крупные сульфидные медно-никелевые месторождения возникли на активизированных древних платформах и щитах. Оруденение приурочено к расслоениям массивам основных и ультраосновных пород, а также связано с трапповым магматизмом.

Основные эпохи медно-никелевого оруденения – архейская (Западная Австралия), протерозойская (Канадский и Балтийский щиты, Ю.Африка) и мезозойская (Сибирская платформа). К наиболее важным рудным районам относятся Сёдберри и Томпсон (Канада), Камбалда (З.Австралия), районы Кольского полуострова и Норильский район (Россия).

Силикатно-никелевые месторождения коры выветривания основных и ультраосновных пород Урала, Кубы, Новой Каледонии, Филиппин, Австралии и др. возникли в мезозойское время в платформенных условиях.

Никель концентрируется главным образом в мафитах и ультрамафитах в виде примеси к силикатам и рассеянных мелких выделений сульфидов. Из гранитоидной магмы никель (вместе с кобальтом, мышьяком, серой, а иногда и висмутом, серебром, ураном) выносится в гидротермальных растворах и образует жильные сульфидные и силикатные никелевые месторождения. В поверхностных условиях никель переносится грунтовыми водами и в виде водных силикатов накапливается в коре выветривания. Известно более 40 минералов никеля и более 100 минералов, в которых никель и кобальт присутствуют совместно. На более часто встречающиеся и промышленные минералы никеля: сульфиды пентландит, миллерит, никелин, никелестый пирротин, полидимит, кобальт-никелевый пирит, виоларит, бравоит, ваэсит, хлоантит, раммельс-бергит, герсдорфит, ульманит, водные силикаты – гарниерит, аннабергит, ховахсит, ревдинскит, шухардит, никелевые нонтрониты и никелевые хлориты. Обычно разрабатываются месторождения сульфидных руд, содержащие 1-2% Ni, и силикатные руды, содержащие 1-1,5% Ni. Сульфоарсенидные никель-кобальтовые руды добываются в небольшом количестве. Никель получают из комплексных руд: медно-никелевых, кобальт-никелевых, железоникелевых. Для комплексных сульфидных руд никеля минимальным промышленным содержанием считается 0,2%, для оксидно-силикатных – 0,6%. Сульфидные медно-никелевые руды бывают массивными, вкрапленными и прожилковато-вкрапленными. Богатые руды с содержанием никеля не ниже 2-2,5% направляются в плавку. Более бедные руды предварительно обогащаются методом флотации. Силикатные руды никеля с содержанием металла 1,1-2% обогащению не поддаются. Они просушиваются, брикетируются, к ним примешиваются добавки, содержащие серу, и руды направляются в плавку. Сульфидо-арсенидные руды комплексные (никель, кобальт, серебро, иногда золото, висмут, уран) обычно богатые. В случае необходимости они подвергаются обогащению методом флотации.

Никель обладает ценными свойствами: ферромагнитностью, ковкостью, тягучестью, не окисляемостью на воздухе, сильным блеском, хорошо полируется, поддается прокатке, ковке и сварке. Основная часть добываемого никеля (87%) идет на производство жаропрочных, конструкционных, инструментальных, нержавеющих сталей и сплавов; относительно небольшая часть никеля расходуется на производство никелевого и медно-никелевого проката, для изготовления проволоки, лент, разнообразной аппаратуры для химической и пищевой промышленности, а также в реактивной авиации, ракетостроении, в производстве оборудования для атомных электростанций, для изготовления приборов радиолокации. Сплавы никеля с медью, цинком, алюминием (латунь, нейзильбер, мельхиор, бронза), сплав никеля и хрома (нихром) и монельметалл (75% меди и 25% никеля) широко используются машиностроительной промышленностью. Сплав никонель применяется в ракетостроении; элинар сохраняет постоянную упругость при различных температурах; платинит заменяет дорогую платину; пермаллой обладает магнитной проницаемостью. Пермаллойные сердечники есть в любом телефонном аппарате. Десятая часть никеля, производимого в мире, идет на изготовление катализаторов в нефтехимическом производстве.

**Минерально-сырьевая база.**

Таблица №1

***Запасы, добыча, потребление, экспорт и импорт никеля***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Континенты и страны | Запасы | Добыча | Потребление | Экспорт | Импорт |
| Всего | Доказанные |
| Млн.тонн | Тыс.тонн |
| **Развитые кап.страны** | 18.6 | 12.7 | 326.5 | 499.9 |  |  |
| ***Европа*** | 2.6 | 1.1 | 21.6 |  |  |  |
| Великобритания |  |  |  | 22.8 | 9.6 | 58.5 |
| Греция | 2.5 | 1.0 | 14.6 |  |  |  |
| Италия |  |  |  | 27.1 |  |  |
| Норвегия |  |  | 0.6 |  | 31.2  | 89.8 |
| Финляндия | 0.1 | 0.1 | 6.4 |  |  |  |
| ФРГ |  |  |  | 68.0 |  | 123.9 |
| Франция |  |  |  | 38.4 |  | 18.0 |
| Швеция |  |  |  | 20.0 |  |  |
| ***Азия*** |  |  |  |  |  |  |
| Япония |  |  |  | 122.3 |  | 177.1 |
| ***Африка*** |  |  |  |  |  |  |
| ЮАР | 5.8 | 2.0 | 25.7 |  |  |  |
| ***Америка*** | 8.1 | 7.5 | 209.4 |  |  |  |
| Канада | 7.8 | 7.2 | 194.9 | 12.0 | 147.7 |  |
| США | 0.3 | 0.3 | 14.5 | 148.2 |  | 154.4 |
| ***Австралия и Океания*** | 2.1 | 2.1 | 69.8 |  |  |  |
| **Развивающиеся страны** | 40.5 | 23.6 | 220.7 | 28.9 |  |  |
| ***Азия*** | 5.8 | 4.8 | 79.0 |  |  |  |
| Бирма |  |  | 0.1 |  |  |  |
| Индия | 0.1 | 0.1 |  | 7.0 |  |  |
| Индонезия | 4.5 | 3.7 | 40.6 |  |  |  |
| Филиппины | 1.2 | 1.0 | 38.3 |  |  |  |
| ***Африка*** | 1.3 | 1.2 | 30.5 |  |  |  |
| Ботсвана | 0.4 | 0.4 | 15.4 |  |  |  |
| Зимбабве | 0.5 | 0.5 | 14.6 |  |  |  |
| Мадагаскар | 0.4 | 0.3 |  |  |  |  |
| Марокко |  |  | 0.5 |  |  |  |
| ***Америка*** | 7.2 | 3.9 | 24.9 |  |  |  |
| Бразилия | 2.0 | 1.0 | 2.5 | 11.2 |  |  |
| Венесуэла | 0.6 | 0.5 |  |  |  |  |
| Гватемала | 0.9 | 0.6 | 6.9 |  |  |  |
| Доминиканская Республика | 1.1 | 0.9 | 15.5 |  |  |  |
| Колумбия | 1.9 | 0.5 |  |  |  |  |
| Мексика |  |  |  | 3.0 |  |  |
| Пуэрто-Рико | 0.7 | 0.4 |  |  |  |  |
| ***Австралия и Океания*** | 26.2 | 13.2 | 86.3 |  |  |  |
| Новая Каледония | 26.0 | 13.6 | 86.3 |  | 85.9 |  |
| Соломоновы острова | 0.2 | 0.1 |  |  |  |  |

*В графах «экспорт» и «импорт» поставлены значения, включающие руду, концентраты, штейн, окись никеля (по содержанию металла), рафинированный металл и ферроникель.*

 По оценке ВНИИЗГ общие запасы никеля в промышленно развитых капиталистических и развивающихся странах на начало 1998г. составляли 77.4 млн.т., в том числе подтвержденные запасы 45.5 млн.т. Основные запасы сосредоточены в Новой Каледонии, Канаде, Австралийском союзе, на Филиппинах, в Индонезии, Бразилии, Гватемале, Греции.

 Япония и страны Западной Европы собственными ресурсами никеля не располагают. Незначительные запасы никеля и в США (140 тыс.т.). Ежегодная добыча никеля в капиталистических и развивающихся странах составляет около 600 тыс.т., в том числе: в Канаде 262, Новой Каледонии до135, Австралийском союзе 85, на Филиппинах 40, в Индонезии 25, ЮАР 22, США 15, Доминиканской Республике 27.

 Главные страны по добыче и производству никеля: Канада, Новая Каледония и Австралийский союз, а основные потребители: Япония, США и страны Западной Европы. В связи с этим Япония, США и ФРГ интенсивно занимаются решением проблемы добычи и переработки железомарганцевых конкреций Мирового океана с целью получения из них и никеля. Дальнейший рост производства никеля предусматривается в основном за счет силикатных руд никеля и вовлечения в эксплуатацию сульфидных месторождений с крупными запасами, хотя и бедными рудами.

 Уникальные месторождения содержат более 500 тыс.т никеля, крупные – 500-250 тыс.т., средние – 250-100 тыс.т., мелкие – до 100 тыс.т.

 В объеме внешнеторгового оборота никель занимает одно из ведущих мест среди цветных металлов. Среднегодовые цены на электролитический никель на Лондонской Бирже Металлов (ЛБМ) колебались в пределах 1630-6800 $ за 1т (период 1961-1980 г.г.), и от 10 700 – 23 900 $ за 1т (период 1985-1988г.).

 Постоянный рост цен на различные виды никелевой товарной продукции обусловлен как значительным увеличением удельных капитальных вложений в новое строительство, так и ростом цен на нефть (в рассматриваемом периоде), увеличением стоимости энергоносителей, повышением затрат на охрану окружающей среды, соотношением производства и спроса металлов и многими другими причинами.

**Промышленные типы месторождений.**

В основу положена промышленная систематика месторождений, базирующаяся на морфологии рудных тел, геологических условиях их залегания, минеральном и вещественном составе руд, особенностях их технологической переработки.

**Основные типы** никелевых месторождений следующие:

1. ***медно-никелевые сульфидные месторождения***: Норильское, Толнахское и Октябрьское, Мончегорское, Каула и др.(СНГ), рудный район Сёдбери и месторождение Томпсон (Канада), Камбалда (З.Австралия);
2. ***никелевые силикатные и кобальт-никелевые асболан силикатные преимущественно пластообразные месторождения*** Южного Урала, Кубы, Индонезии, Новой Каледонии, Австралии.

**Второстепенные типы**:

1. ***медно-колчеданные месторождения;***
2. ***жильные сульфидно-арсенидные комплексные месторождения.***

**Потенциальный источник** – современные железомарганцевые конкреции дна океанов.

Первый тип – главный источник никеля как в зарубежных странах, так и в СНГ. В капиталистических и развивающихся странах на него приходится 29% всех запасов и 57,5% добычи. Месторождения второго типа обладают значительно большими запасами (70,6%) и из них добывают 41,5% никеля. В СНГ этот тип имеет также важное значение. Второстепенные типы играют незначительную роль.

Сульфидные медно-никелевые месторождения с запасами никеля до 100 тыс.т считаются мелкими, от100 до 200 средними и свыше 200 – крупными. Крупные запасы никеля, сосредоточенные в железомарганцевых конкрециях на дне океанов, являются пока потенциальным источником этого металла.

**Основные типы.**

***Тип первый. Медно-никелевые сульфидные месторождения*.**

Месторождения сульфидных медно-никелевых руд связаны с лополитоподобными или плитообразными массивами расслоенных габброидов, приуроченных к зонам глубинных разломов на древних щитах и платформах. Форма рудных тел наиболее крупных месторождений пластообразная (Фруд-Стоби, Томпсон и др. в Канаде; Норильск 1, Талнахское и Октябрьское в СНГ; Камбалда в Австралии и др.), часто совпадающая с направлением расслоенности интрузивных массивов. Многие месторождения (Мончегорское, Каула в СНГ; Линн-Лейк в Канаде; Пилансберг в ЮАР; ряд месторождений Австралии) имеют жильную, столбообразную или более сложную форму рудных тел, определяемую разрывными нарушениями.

Руды комплексные. В них содержится (%): Ni 0.6-5, Cu 0.2-6, Co 0.01-0.1, металлы группы платины. Отношение Ni:Cu= 1.5-2.5:1, но может быть и иным. Отношение Co:Ni=1:20-1:40. Бедные руды (Ni до 1.5% - в основном вкрапленные руды) обогащаются. Богатые руды (Ni более 1.5%) могут идти в плавку без обогащения. Из медно-никелевых руд извлекают медь, никель, кобальт, металлы группы платины, золото, серебро, серу, селен, теллур.

*Норильское рудное поле.*

Оно расположено на северо-западной окраине Сибирской платформы и приурочено к зоне глубинного разлома близмиридионального простирания. Медно-никелевое орудинение связано с интрузивами дифференцированных габбро-диабазов одного из триасовых этапов траппового магматизма. Наиболее значительным является месторождение Норильск 1, где оруденение приурочено к донной части плитообразного расслоения массива габбро-диабазов, полого погружающегося на запад под покровы триасовых эффузивов. Подстилающими для массива являются осадочные породы палеозоя.

*Талнахское и Октябрьское месторождения* расположены на юго-западном склоне плато Хараелах и связаны с крупными дифференцированным интрузивом габбро-диабазов норильского типа площадью более 50 км2, который приурочен к тому же глубинному разлому, что и Норильское месторождение. Талнахское месторождение, открытое в 1960г., приурочено к верхнему рудоносному горизонту, а Октябрьское, открытое в 1965г., находится на нижнем горизонте.

Оба месторождения расположены на узле пересечения Норильским глубинным рудоконтролирующим разломом Хараелахской мульды. К востоку от разлома располагается Талнахское месторождение, а к западу – Октябрьское. Складчатые и разрывные нарушения определяют блоковое строение рудного поля.

Оруденение преимущественно вкрапленное в породах эндо- и экзоконтакта интрузива. Встречаются шлиры, сульфидные жильные тела и пластообразные залежи сплошных руд. Морфология рудных тел и условия их локализации определялись разрывными нарушениями. Основные минералы руд: пирротин, халькопирит, кубанит, пентландит, второстепенные: борнит, пирит, миллерит, виоларит, бравоит, сфалерит, галенит и др.

Руды Октябрьского месторождения залегают на большой глубине: 400-600 м. На этом месторождении различают три типа главных промышленных руд: богатые сплошные медно-никелевые и медистые во вмещающих осадочных отложениях и вкрапленные в интрузивных породах. Среди богатых руд выделяются пирротиновые, кубанитовые и халькопиритовые с талнахитом, моухикитом. Кубанитовые и халькопиритовые руды содержат металлы платиновой группы, золото, серебро, селен и др. элементы.

Богатые сплошные руды образуют несколько залежей, имеющих пласто- и линзообразную форму с относительно выдержанными мощностями.

*Месторождения района Сёдбери (провинция Онтарио, Канада*) – крупнейшее в мире. За более чем 100 лет эксплуатации здесь добыто более 7 млн.т. никеля, 4.2 млн.т меди, 207 тыс.т. кобальта, 620 т металлов группы платины, 400т золота, 250 т серебра. Однако запасы металлов не исчерпаны. В настоящее время они составляют 5.6 млн.т никеля (среднее содержание 1.58%), 170 тыст. Кобальта (0,05%), 4.03 тыс.т. меди (1.15%).

Месторождения приурочены к протерозойскому лополитоподобному интрузиву Сёдбери, имеющему вид эллиптического кольца толщиной до 0,6 км. Длина массива 60 км, ширина 27 км. Строение интрузивного кольца зональное, сложено оно норитами, кварцевыми габбро и гранофирами. От норитового кольца отходят радиальные дайки.

Многочисленные медно-никелевые месторождения приурочены к внешнему контакту интрузива. Наиболее крупные из них (Фруд-Стоби, Меррей, Крейтон, Гарсон и др.) расположены в основании норитов вдоль юго-восточного контакта. Одно из крупнейших в мире тело сульфидных руд месторождения Фруд приурочено к дайкообразному массиву кварцевых диоритов. Длина рудного тела 3 км, мощность 45-120 м, а на глубине оно прослежено на 1200 м. Руды вкрапленные, брекчиевые, массивные; сложены пирротином, пентландитом, халькопиритом, кубанитом. В них присутствует арсениды и сульфоарсениды никеля, галенит, сперрилит. Руды богаты платиноидами и золотом (1-4 г/т).

Относительно генезиса месторождений Сёдбери существуют две главные гипотезы: классическая – магматическая и новая – метеоритная.

*Месторождение Камбалда* – представитель пластообразных месторождений на Австралийском континенте. Находится оно в Западно-Австралийской никеленосной провинции. Медно-никелевое оруденение связано с основными и ультраосновными интрузивными массивами, которые приурочены к архейским зеленокаменным поясам системы Калгурли-Йилгарн. Зеленокаменные толщи смяты в узкие вытянутые складки северо-западного простирания.

Мощность рудных тел 1-15 м. Протяженность по простиранию измеряется сотнями метров, а разведанная глубина –450 м. Руды в основном пирротин-пентландитовые с небольшим количеством халькопирита и пирита. Запасы никеля на месторождении составляют 642 тыс.т при среднем содержании 3.28%, кобальта – 8 тыс.т. (0.04%) и меди – 67 тыс.т. (0.34%).

В Австралии имеется еще ряд месторождений с бедными прожилковато-вкрапленными рудами, но с крупными запасами. К ним относятся Маунт-Кейт и Кингстон с запасами по 600 тыс.т никеля (ср.сод. 0.6%) и Саут-Уиндорра с запасами 443 тыс.т. никеля (ср.сод.1.5%).

***Тип второй. Никелевые силикатные и кобальт-никелевые асболан-силикатные преимущественно пластообразные месторождения.***

В месторождениях этого типа заключены запасы никеля в 3 раза превышающие его запасы в сульфидных рудах, а запасы некоторых месторождений достигают 1 млн.т. и более никеля. Крупные запасы силикатных руд сосредоточены на Новой Каледонии, Филиппинах, Индонезии, Австралии и др. странах. Среднее содержание в них никеля равно 1.1-2%. Кроме того в рудах часто содержится кобальт.

Месторождения площадной коры.

*Месторождения Кемпирсайской группы* представляют собой сохранившиеся остаточные покровы коры выветривания на дунитах, перидотитах, пироксенитах и их серпентинизированных разностях. Площадь никеленосных участков достигает нескольких квадратных километров. Контуры рудных тел с кондиционным содержанием металла определяются опробованием и густотой разведочной сети. Мощность рудных тел – 30 м (средняя 6м). В общем случае профиль никеленосной площадной коры расчленяется на зоны:

1. охры
2. нонтрониты
3. выщелочные змеевики
4. карбонатизированные змеевики
5. малоизмененные материнские породы – змеевики.

Рудой является зона нонтронитов, нижняя часть зоны охр и верхняя часть зоны выщелочных змеевиков.

 Месторождения отрабатываются открытым способом. Мощность вскрышных пород 0-40 м.

На *острове Куба* максимального развития никеленосная кора выветривания латеритного профиля достигает на прибрежном плато в провинции Орьенте. Здесь на поверхности обнажаются интрузивные массивы ультраосновных пород, с которыми связаны крупнейшие по запасам месторождения силикатных никелевых руд Пинарес-де-Майори, Никаро, Мао. Полоса никелевых месторождений протягивается в широтном направлении на 100-120 км при ширине 30-35 км. Плащеобразные рудные залежи мощьностью 10-40 м покрывают огромные, слабо всхолмленные площади плато. На месторождении Майяри рудное тело длиной свыше 16 км и шириной более 6 км залегает на глубине 6-20 м.

Разрез никеленосной коры выветривания для всех кубинских месторождений почти одинаков. В нем выделяются две зоны: латеритовая и серпентитовая.

В латеритах Кубы среднее содержание никеля – 1.2-1.5%, кобальта – 0.08-0.1% при низком содержании окиси магния (2-3%) и высоком – окиси железа (60-70%). Это позволяет перерабатывать их гидрометаллургическим методом. По общим запасам никеля Куба занимает одно из первых мест в мире.

Месторождения линейно-площадной коры.

*Бурыктальское месторождение* находится в Оренбургской области. На площади выделяется ряд рудных участков, расположенных в 2-10 км один от другого. Глубина залегания рудных тел 13-110 м, мощность 1-25 м. Форма рудных залежей весьма сложная, с частыми раздувами, пережимами и карманообразными углублениями, обусловленная совместным развитием площадной и трещинной кор выветривания.

Промышленные никелевые руды представлены охрами, нонтронитами, нонтронизированными и выщелоченными серпентитами. По вещественному составу и технологическим свойствам выделяются два типа руд:

1. железистый, с повышенным содержанием кобальта;
2. магнезиальный, с повышенным содержанием никеля.

Месторождение отрабатывается открытым способом.

*Месторождения Новой Каледонии* приурочены к кайнозойским интрузивным массивам и занимающим около одной трети площади всего острова. Для месторождений характерны две зоны оруденения.

Верхняя зона представлена никеленосными латеритами и участками окремнения с содержанием до 60-70% оксида железа и 1-2% никеля.

Нижняя зона сложена богатыми гарниерит-серпентитовыми рудами, которые залегают под площадной никеленосной корой выветривания. Рудные тела крайне изменчивой мощности прослеживаются на глубину 150м и по простиранию на сотни метров. Наиболее богатые рудные интервалы приурочены к верхним частям серпентитовых руд. Содержание никеля составляет 10-16%, с глубиной снижается до 2%., кобальта – 0.01-0.03%, а окиси магния – 20-30%. Гарниерит-серпентитовые руды являются объектом добычи с момента открытия никелевых руд в Новой Каледонии (1875г.) и до настоящего времени. Лишь в последние годы начаты работы по использованию более бедных латеритовых никелевых руд со средним содержанием никеля 1.2-1.8%.

По запасам никеля Н.Каледония занимает первое место среди развитых стран. Не менее 80% всех запасов приходится на гарниерит-серпентитовые руды. Годовая добыча никеля в стране достигает 133 тыс.тонн.

Месторождения линейного типа.

*Аккермановское месторождение* приурочены к тектоническим зонам дробления, вдоль которых кора выветривания проникает на значительную глубину.

Ширина рудоносных зон неодинаковая, редко достигает нескольких десятков метров. Иногда встречаются ряд параллельных полос, сливающихся в верхней части коры. Чаще всего рудные тела имеют крутое падение и прослеживаются на глубину 25-60 м.

Основные носители никелевого оруденения в этом типе – гарниерит и гидросиликаты магния, хризотил и хризопраз. Трещинные месторождения по содержанию никеля более богаты, чем месторождения площадной коры.

Месторождения со сложной морфологией рудных тел. Среди этих месторождений выделяются месторождения «открытого» и «закрытого» карста. Руды приурочены к контакту никеленосных пород с карбонатными. В связи с этим площади месторождения вытянуты вдоль линии контактов. Рудные тела прослеживаются вдоль контакта на 100-350 м, а по падению на 10-200 м.

Карстовые полости выполняются разложенным серпентитом, известняком, тальком, хлоритом, глинами и др. Материал не сортирован и имеет слабовыраженную грубую слоистость. Основные носителем никелевого оруденения – гарниериты и другие никелевые силикаты и галлуазиты.

**Технологические свойства руд и особенности их переработки.**

Технология переработки руд цветных металлов зависит от их минерального состава, степени окисления, комплексности, тексту и структур, крупности зерен и степени взаимного прорастания одних минералов в другие, сопротивляемости руд дроблению и степени шламообразования при их дроблении и измельчении. Все это обуславливает выделение большого числа промышленных типов руд, для которых требуются различные технологические схемы переработки (см. табл.№2)

По степени окисления руды медных и полиметаллических месторождений подразделяются на три типа: сульфидный, смешанный и окисленный. Критерием для отнесения руд к тому или иному типу служит содержание в рудах меди, свинца и цинка в оксидной форме, ориентировочная величина которого указана в таблице.

***Типы руд по степени окисленности***

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип руд** | **Содержание оксидов, %** |
| **Меди** | **Свинца** | **Цинка** |
| ***Сульфидный*** | ***<10*** | ***<15*** | ***<10*** |
| ***Смешанный*** | ***11-50*** | ***16-50*** | ***11-50*** |
| ***Окисленный*** | ***>50*** | ***>50*** | ***>50*** |

Богатые сульфидные медно-никелевые руды с содержанием никеля более 1% при отношении никеля к мед не менее 1:1 и с пониженным (менее 25%) содержанием железа направляются непосредственно в плавку. При содержании железа более 25% и серы более 20% богатые руды перед плавкой флотируют для разделения на медный и никелевый концентраты и вывода пирротина в отдельный продукт. Рядовые медно-никелевые руды с содержанием никеля менее 1% обогащаются; при этом получают коллективный медно-никелевый или селективные никелевый и медный концентраты.

Содержащийся в медно-никелевых рудах кобальт в процессе обогащения накапливается в медно-никелевом, медном и никелевом концентратах. Вредными примесями сульфидных медно-никелевых руд являются цинк, свинец и мышьяк; их предельные содержания устанавливаются техническими условиями. Силикатные никелевые руды по комплексу рудообразующих минералов разделяются на два технологических типа: железистые (охристые, лептохлоритовые, гематитовые) и магнезиальные (серпентиниты с никелевыми силикатами).

Все силикатные руды подвергаются непосредственному металлургическому переделу: железистые – гидрометаллургическим (при содержании магния менее 3%) или пирометаллургическим методами, магнезиальные - только пирометаллургическим. К вредным примесям в силикатных никелевых рудах относят медь и хром, а при плавке на ферроникель – и фосфор. Предельные содержания этих компонентов определяются техническими условиями.

Окисленные и смешанные руды обогащаются значительно хуже, чем сульфидные, особенно содержащие медь в силикатной форме. Цинк в оксидной форме в товарные концентраты практически не извлекается. Окисленные и смешанные руды перерабатываются либо по сложным комбинированным схемам, включающим сульфидизацию окисленных минералов и флотацию получаемого материала, либо гидрометаллургическим способом – путем химического выщелачивания металлов и последующего их осаждения.

Все медные, свинцово-цинковые и медно-никелевые руды являются комплексными. При переработке их обычно получают товарные медные, свинцовые, цинковые и никелевые концентраты, часто также серные (пиритные) , молибденовые, баритовые и магнетитовые, иногда промпродукты, содержащие благородные и другие металлы. В товарных концентратах разных марок, выделяемых по содержанию основных компонентов, лимитируется и содержание примесей.

**Методика разведки месторождения никеля.**

**Методы разведки.**

Основными методами разведки месторождений являются , по В.М.Крейтеру, создание системы разведочных разрезов, опробование руд и оценочное сопоставление.

Создание системы разведочных разрезов направлено на определение размеров, формы, внутреннего строения и условий залегания рудных тел и отображение их на соответствующих разрезах и планах. Различают следующие разновидности метода разведочных разрезов, учитывающие пространственную ориентировку последних:

1. вертикальных разрезов
2. горизонтальных разрезов
3. комбинированный, горизонтальных и вертикальных разрезов.

Опробование как разведочный метод направлено на выявление качества полезного ископаемого. Оценочное сопоставление сопутствует разведочному процессу непрерывно; его конечная цель – определение экономической целесообразности эксплуатации разведываемого объекта путем сравнения основных показателей его промышленного освоения с аналогичными показателями других объектов.

**Системы разведки.**

Под системой разведки понимается такое пространственное расположение и сочетание горно-разведочных выработок и буровых скважин, которое позволяет создать совокупность разведочных разрезов, отражающих форму, размеры и внутреннее строение рудных тел и особенности распределения в них полезных компонентов.

В зависимости от типа применяемых разведочных средств различают три группы систем разведки: горную, горно-буровую и буровую. Горная и горно-буровая системы разведки в общем случае дают возможность создать совокупность вертикальных и горизонтальных разрезов, а также и их комбинацию. Буровые же системы разведки позволяют создать только совокупность вертикальных разрезов.

Система разведочных работ выбирается исходя из природных геологических особенностей разведываемых месторождений. Соотношение объемов горных работ и бурения, виды горных выработок и способы бурения, геометрия и плотность разведочной сети определяются с учетом возможностей горных, буровых и геофизических средств разведки, опыта разведки и разработки месторождений аналогичного типа. Принятая система разведки должна обеспечивать возможность подсчета запасов промышленных категорий в соотношении, установленном Классификацией запасов для месторождений различных групп по сложности разведки.

При выборе оптимального варианта разведки следует учитывать технико-экономические показатели и сроки выполнения работ.

**Стадийность разведочного процесса.**

Выделяют четыре стадии разведочного процесса:

1. предварительная разведка
2. детальная разведка
3. доразведка месторождения
4. эксплуатационная разведка

Основная задача **предварительной разведки** – выявление геологической структуры, форму и условий залегания основных рудных тел, качества и технологических свойств руд, а также количества запасов руды и металлов по месторождению в целом, горнотехнических условий его разработки и географо-экономических условий района для предварительной геолого-экономической оценки месторождения.

Основной результат работ по стадии предварительной разведки – предварительная, но достаточно надежная оценка разведываемого месторождения. По результатам разведки составляется технико-экономический доклад, в котором дается экономически обоснованный вывод о промышленном значении месторождения.

Для подсчета балансовых запасов полезных компонентов составляются временные кондиции. Запасы руды и металлов должны быть подсчитаны по категориям С2 и С1 в пределах всего объекта разведки.

Положительная оценка месторождения на стадии предварительной разведки не предполагает немедленного проведения детальной его разведки. Месторождение после предварительной разведки может быть отнесено к числу резервных.

Сложные месторождения с богатыми рудами, на которых нецелесообразны затраты на детальную разведку с подсчетом по высоким категориям, могут передаваться для промышленного освоения с запасами по категориям С1+С2.

**Детальная разведка** осуществляется на месторождениях, получивших положительную оценку по данным предварительной разведки и намечаемых к промышленному освоению в ближайшие годы.

В результате проведения детальной разведки на месторождении должны быть выявлены запасы руды и металлов, обеспечивающие деятельность горнодобывающего предприятия в течении 30-40 лет.

Запасы, выявляемые в результате детальной разведки, подсчитываются в соответствии с постоянными кондициями, разрабатываемые на основе составленного для этого объекта ТЭО.

Материалы, полученные в результате детальной разведки, служат основанием для представления подсчета запасов по месторождению и для составления проекта разработки месторождения.

**Доразведка** месторождений может выполняться как на ранее детально разведанных месторождениях, но не освоенных промышленностью, так и на разрабатываемых. Назначением работ в первом случае является получение дополнительных данных, необходимых для подготовки месторождения к промышленному освоению, во втором – последовательное изучение недостаточно изученных частей месторождения.

**Эксплуатационная разведка** начинается при подготовке месторождения к отработке с началом проходки капитальных горно-подготовительных и нарезных выработок и сопровождает разработку месторождения до ее окончания.

Объектами эксплуатационной служат участки, подготавливаемые к отработке, а также отрабатываемые уступы карьера и эксплуатационные блоки.

Основная задача этой стадии заключается в предельно возможном уточнении контуров рудных тел, качества руд и горнотехнических условий их отработки.

Стадийность работ должна соблюдаться. Работы различных стадий могут выполняться без перерыва или со значительным перерывом. В отдельных случаях некоторые стадии могут отсутствовать в общей схеме геологоразведочного процесса или объединяться друг с другом.

**Методика разведки месторождений никеля.**

Группировка месторождений по сложности строения.

Плотность сетей при разведке никелевых месторождений.

В соответствии с Классификацией ГКЗ месторождения никеля по природным геологическим особенностям и сложности разведки разделяются на четыре группы (пять подгрупп). Для разведки месторождений каждой из подгрупп требуются свои методические приемы и плотность разведочной сети. См. таблицы №3 и №4.

**Первая группа сложности строения** включает наиболее простые месторождения никеля, представленные крупными пластообразными залежами вкрапленных руд простого строения и выдержанной мощностью и относительно равномерным распределением полезных компонентов. Это плитообразные залежи вкрапленных медно-никелевых руд Талнахского и Норильского месторождений, «донная залежь» Ниттис-Кумужья и др.

Первоначальная редкая сеть разведочных скважин – (400-600) х (400-600) м – обеспечивает на этих месторождениях приближенное оконтуривание рудных залежей и получение запасов категории С1, т.е. решает задачу предварительной разведки.

Разведочные скважины обычно вертикальные; располагаются они в разведочных линиях, ориентированных вкрест удлинения рудоносных массивов.

В стадию детальной разведки для подсчетов запасов категорий В и А сеть разведочных скважин сгущается соответственно до 200 х 200 и (50-100) х (50-100) м.

***Плотность сетей, применявшихся при разведке месторождений никелевых руд***

Таблица №3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Классификация месторождений по сложности разведки | Виды выработок | Расстояния между пересечениями рудных тел выработками (в м)**\*** для категорий запасов |
| Группа | Подгруппа | А | В | С1 |
| 1-я |  | Скважины | 100/100 | 200/200 | 400-600/400-600 |
| 2-я | 1-я |  |  | 50-100/50-100 | 75-100/150-200 |
| 2-я | 2-я |  |  | 25-50/25-50 | 50/50-100 |
| 3-я |  | Скважины, горные выработки |  |  | 25-50/50-100 |

**\*** - в числители указаны расстояния по падению, в знаменателе – по простиранию.

**Вторая группа** **месторождений никел**я самая многочисленная. Она состоит их двух подгрупп: 1-й, включающей крупные протяженные пологопадающие и наклонные пласто-, плито- и линзообразные залежи сульфидных медно-никелевых руд, и второй, объединяющей большинство средних и мелких по масштабам плащеобразных, линзообразных и клиновидных залежей силикатных никелевых руд коры выветривания.

*Пологопадающие и наклонные пласто- и линзообразные залежи сульфидных медно-никелевых руд* характеризуется неравномерным распределением оруденения, сложным внутренним строением и представлены сплошными, брекчеевидными или прожилковато-вкрапленными рудами, между которыми часто отмечаются постепенные взаимные переходы.

Предварительная и детальная разведка этой группы месторождений осуществляется в основном наклонными и вертикальными скважинами колонкового бурения, расположенными в вертикальных разрезах. Глубина разведочных скважин определяется протяженностью перспективных рудоносных дифференцированных интрузивных массивов по падению и сохранением в них промышленного оруденения.

Для получения запасов категорий С1 и В плотность сети разведочных скважин принимается в среднем соответственно (100-150) х (100-150) и (50-75) х (50-75) м.

Методика разведки *плащеобразных и линзовидных залежей силикатных никелевых руд* определятся их значительным площадным распространением, обычно неглубоким залеганием, невыдержанностью по мощности и прерывистостью, общим невысоким содержанием никеля и его неравномерным распределением.

Разведка месторождений силикатного никеля осуществляется преимущественно вертикальными, реже наклонными скважинами колонкового бурения, которые бурятся самоходными агрегатами. На стадии предварительной разведки первоначально оконтуривают никеленосные коры выветривания, определяют участки развития промышленных руд и оценивают их запасы по категориям С2 и С1. Сеть разведочных скважин при площадной коре выветривания принимается квадратной или прямоугольной при расстоянии между разведочными разрезами 80-100 м и между скважинами в разрезах 50-100 м.

В стадию детальной разведки для получения запасов категории В разведочную сеть сгущают примерно вдвое – до 50 х 50 м или до 50 х (25-50) м. Часть разведочных профилей разбуривают через 20-25 м, что позволяет подсчитать запасы категории А. Глубина скважин зависит от мощности никеленосной коры выветривания.

Доразведка производится по мере отработки первоочередных участков путем сгущения разведочной сети на примыкающих площадях развития никеленосных кор выветривания.

**Третья группа месторождений** по сложности разведки самая разнообразная. К ней относятся наиболее сложные средние и мелкие сульфидные медно-никелевые месторождения.

Разведка сульфидных медно-никелевых и кобальтовых месторождений этой группы осуществляется комбинированными горно-буровыми системами при высокой доли горных работ. Для разведки месторождений силикатных никелевых руд требуется примерно в 2 раза большая плотность сети разведочных скважин – до (20-50) Х (20-50) м – и бурение дополнительных детализационных скважин на внешнем контуре трудных тел.

Детальная разведка месторождений 3-й группы обычно совмещается с их эксплуатацией.

**Месторождения никеля 4-й группы сложности** промышленного значения не имеют. К ней относятся объекты очень сложного геологического строения, мелкие по размерам, невыдержанной мощностью, с многочисленными ответвлениями.

Разведка их обычно проводится одновременно с эксплуатацией. Разведочные скважины на таких месторождениях позволяют устанавливать только благоприятные рудоносные структуры и наличие в них оруденения. Подземные горные выработки используются как для непрерывного прослеживания благоприятных рудоносных структур, так и при вскрытии промышленных руд -–в качестве эксплуатационных.

**Опробование**

Опробование производится на всех стадиях поисковых и разведочных работ с целью изучения качества руд (химического и минерального состава, физико-технических и технологических свойств), оконтуривания рудных тел и подсчета их запасов. Опробуются все разведочные выработки, вскрывшие оруденение, и выходы рудных тел в естественных обнажениях.

Методы (геологические, геофизические) и способы опробования выбираются исходя из конкретных геологических особенностей разведываемых месторождений. Принятые метод и способ опробования должны обеспечить наибольшую достоверность результатов при достаточной производительности и экономичности.

В зависимости от целевого назначения различают четыре вида опробования: химическое, минералогическое, техническое и технологическое.

**Химическое опробование**

Химическое опробование предназначено для установления химического состава руд и вмещающих пород, содержания в рудах главных и второстепенных полезных и вредных компонентов.

Главные компоненты определяют промышленное значение месторождения, природные сорта руд и контуры рудных тел. Главными полезными компонентами в месторождениях никеля и кобальта являются медь, сульфидная сера, часто платиноиды.

В качестве второстепенных полезных компонентов в рудах обычно присутствуют золото, кадмий, селен, висмут и др; к вредным относятся прежде всего мышьяк, ртуть, фтор.

Химическое опробование при разведке осуществляется путем отбора проб в горных выработках, по керну и шламу буровых скважин.

Наиболее распространенный способ опробования в горных выработках (штольнях, штреках, ортах, шурфах и канавах) – *бороздовый*. Иные способы опробования – валовый, шпуровой, точечный, горстевой и др. используются для решения отдельных задач. Наряду с геологическим опробованием все более широко применяются разнообразные экспрессные геофизические (ядерно-физические) методы.

Опробование следует производить непрерывно на полную мощность с выходом во вмещающие породы на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с кондициями в промышленный контур. Рудные тела без видимых геологических границ опробуются во всех разведочных сечениях, а рудные тела с четкими геологическими границами – по разреженной сети выработок.

Обработка бороздовых, керновых и других видов проб и подготовка их к анализу производятся в соответствии с методическими материалами Научного совета по аналитическим методам.

**Минералогическое опробование** производится с целью определения минерального и петрографического состава руд, их природных разновидностей и сортов, а также вмещающих пород. Оно выполняется путем минералогического изучения шурфов, аншлифов, мономинеральных и других проб, более или менее равнозначно представляющих рудные тела и природные типы руд.

Систематические специальные минералогические исследования осуществляются с целью изучения характера и глубины распространения зоны окисления, выделения и оконтуривания природных технологических сортов (по степени окисленности минеральному составу, текстурным и структурным признакам и др.). Минеральный состав руд, их текстурно-структурные особенности и физические свойства должны быть изучены с применением менералого-петрографических, физических, химических и других видов анализа. При этом наряду с описанием отдельных минералов количественно оценивается их распространенность.

Особое внимание уделяется минералам основных компонентов: определению их количества, выяснению их отношений между собой и с другими минералами (наличие их размеров и сростков, характер срастания), размеров зерен и соотношений различных по крупности классов.

В процессе минералогических исследований должно быть изучено распределение основных попутных компонентов и вредных примесей и составлен их баланс по формам нахождения в минеральных соединениях.

**Техническое опробование** предназначено для изучения физико-механических свойств руд и вмещающих пород, что необходимо для решения горнотехнических и других условий отработки месторождений. Важнейшим из этих свойств являются объемная масса, влажность, крепость, разрыхляемость, кусковатость, склонность к самовозгоранию.

Объемная масса руды определяется как отношение массы руды в природном залегании к занимаемому ею объему. Она устанавливается отдельно для каждого промышленного и минерального типа руд.

Объемная масса рыхлых, сильно трещиноватых и кавернозных руд определяется в целиках.

Одновременно с замерами объемной массы руд вычисляется влажность .

Другие физико-механические свойства руд – крепость, разрыхляемость, склонность к самовозгоранию – определяется в соответствии с Инструкцией по изучению инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых при разведке.

В результате изучения химического и минерального состава, текстурно-структурных особенностей и физических свойств руд устанавливаются их природные разновидности и предварительно намечаются промышленные типы, требующие селективной добычи и раздельной переработки.

Окончательное выделение промышленных типов и сортов руд производится по результатам технологического изучения выявленных на месторождении природных разновидностей.

**Технологическое опробование.**

Технологические свойства руд изучаются в лабораторных и полупромышленных условиях на минералого-технологических, малых технологических лабораторных, укрупненно-лабораторных и полупромышленных пробах.

Отбор проб для технологических исследований на разных стадиях геологоразведочных работ следует выполнять в соответствии с временным методическим руководством «Технологическое опробование месторождений цветных металлов в процессе разведки».

При поисково-оценочных работах технологические свойства руд оцениваются по аналогии с другими месторождениями, сходными по минеральному составу руд, технология переработки которых освоена. Тем не менее для новых труднообогатимых типов руд уже в процессе поисково-оценочных работ возникает необходимость отбора и исследования лабораторных технологических проб.

На стадии предварительной разведки в лабораторных условиях изучаются технологические свойства разных природных типов и сортов руд. Масса лабораторных проб составляет от 0,1 до 2 т. При необходимости разработанные технологические схемы проверяются на укрупненных установках непрерывного действия, для чего требуются пробы массой до 20 т, а иногда и более.

На стадии детальной разведки ранее разработанные схемы обогащения различных технологических типов руд уточняются в промышленных или полу промышленных условиях на пробах массой несколько тысяч тонн. При необходимости проводится технологическое картирование месторождений путем отбора большого числа малых технологических проб (1-2 кг), которые исследуются по разработанным на более крупных пробах технологическим схемам.

Минералого-технологическими и малыми технологическими пробами, отобранными по определенной сети, должны быть охарактеризованы все природные разновидности руд, выявленные на месторождении. По результатам испытаний этих проб осуществляется геолого-технологическая типизация руд месторождения – выделяются промышленные типы и сорта руд, изучается пространственная изменчивость вещественного состава, физико-механических и технологических свойств последних, составляются геолого-технологические карты, планы и разрезы.

Технологические свойства всех промышленных типов руд должны быть изучены на лабораторных пробах в степени, необходимой для выбора оптимальной технологической схемы их переработки и определения основных технологических показателей обогащения.

В период эксплуатации месторождений технологические схемы переработки руд совершенствуются и дорабатываются в связи с изменением минерального состава руд с глубиной и вовлечением в эксплуатацию новых технологических разновидностей.

Исследование технологических свойств руд сопровождается изучением их минерального и химического состава, текстур и структур. Детальное изучение текстур руд позволяет решить вопрос о возможности и целесообразности их предварительного обогащения в тяжелых суспензиях. Изучение структурных особенностей руд, размеров зерен полезных минералов, характера их взаимных границ, прорастаний позволяет решить вопрос о необходимой и достаточной степени измельчения руд перед флотацией, целесообразности организации в голове технологического процесса отсадки для улавливания примесей драгоценных металлов и т.п.

В то же время проводится детальное всестороннее исследование руд и продуктов их переработки на редкие и рассеянные элементы. Должна быть также изучена возможность использования оборотных вод и отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме переработки минерального сырья, даны рекомендации по очистке промышленных стоков и охране окружающей среды.

Изучение руд на попутные компоненты

Все медные, свинцово-цинковыё и никелевые руды являются комплексными и содержат примеси благородных металлов и других попутных компонентов, которые повышают ценность руд. Большинство из них при обогащении руд извлекается в товарные концентраты основных металлов и другие продукты обогащения, из которых они могут быть получены в процессе последующего металлургического передела.

**Золото** содержится в рудах в различной форме: в основном связано с халькопиритом и пиритом, но встречается ив свободном состоянии. До 50 % свободного золота выделяется в голове технологического процесса гравитационным обогащением. Остальное его количество накапливается в медном, свинцовом, цинковом, никелевом, медно-никелевом и пиритном концентратах. Суммарное извлечение золота изменяется в широких пределах, достигая 80 %. *'*

**Серебро** накапливается в сульфидах меди, галените, блеклых рудах и пентландите, а также присутствует в самородном состоянии и в виде сульфосолей и теллуридов. Оно сосредоточивается главным образом в основных товарных концентратах и извлекается при рафинировании черновых металлов - меди, свинца и никеля.

Значительное количество золота и серебра при обогащении руд колчеданного типа переходит в пиритные концентраты, из которых извлечение их возможно с помощью сложных гидрохимических схем, включающих низкотемпературный обжиг концентратов и выщелачивание металлов из огарков.

**Платиноиды**, концентрирующиеся преимущественно в медно-никелевых рудах, отмечаются в основном в самородном состоянии и в виде собственных минералов. Часть их поступает в самостоятельный гравитационный концентрат благородных металлов, часть в медный и медно-никелевый концентраты, из которых они извлекаются при рафинировании черновых металлов.

**Рений** в виде изоморфной примеси присутствует в минералах меди из месторождений типа медистых песчаников и сланцев и в молибдените из медно-порфировых месторождений. При переработке медных и молибденовых концентратов (промпродуктов) получают перренат аммония.

**Кадмий** концентрируется в виде тончайшей механической или изоморфной примеси в сфалерите и халькопирите и извлека­ется из пылей металлургических заводов, вельц-окислов цинкового производства и медно-кадмиевых кеков.

**Висмут** самородный или в составе сульфосолей тесно ассоциирует с галенитом и минералами меди и извлекается при рафинировании свинца.

**Сурьма, мышьяк и ртуть**, тесно связанные в медных и свинцово-цинковых рудах с блеклыми рудами и другими сульфосолями, являются вредными примесями. В медно-никелевых рудах основная часть мышьяка входит в состав арсенопирита.

**Индий, таллий и галлий** содержатся в сфалерите, галените, халькопирите, пирите и других сульфидах, накапливаются в основном в цинковых концентратах и извлекаются из пылей, кеков, вельц-окислов и других полупродуктов цинкового и сернокислотного производства.

**Селен и теллур** присутствуют в качестве примеси во всех сульфидах, поступают в концентраты основных металлов и пиритный, получаются из пылей обжиговых печей, сернокислотных и медеэлектролитных шламов и других продуктов.

**Германий** в рудах цветных металлов отмечается в основном в качестве примеси в силикатах, которые теряются с хвостами флотации. Часть его, связаная со сфалеритом и сульфидами меди, может извлекаться в цинковом и медном производстве из пылей, кеков, ретортных остатков и других продуктов металлургического передела.

В соответствии с требованиями ГКЗ СССР содержания попутных компонентов определяются в групповых геологических пробах, концентратах и продуктах обогащения. Групповые пробы составляются из навесок, отбираемых из рядовых проб пропорционально их длине, и характеризуют отдельные типы руд или части мощных рудных тел. Обычно в групповую пробу включают до 10 рядовых проб. Порядок объединения рядовых проб в групповые, их размещение и общее число должны обеспечить равномерное опробование основных разновидностей руд на попутные компоненты и вредные примеси, а также позволить выяснить закономерности изменения их содержаний по простиранию и падению рудных тел. При изучении руд на ценные попутные компоненты используются также анализы мономинеральных фракций, отбираются специальные (малые) технологические пробы, анализируются продукты обогащения. В результате составляется баланс распределения ценных попутных компонентов по различным минеральным типам руд, концентратам, другим продуктам обогащения, решается вопрос об экономической целесообразности и рациональных способах их извлечения.

Минимальные содержания рассеянных элементов в минералах-носителях, технологически допустимые для их извлечения, по данным А. М. Сечевицы и др., ориентировочно составляют (в г/т):

рения 2—3 (в молибдените, халькопирите, борните); кадмия 30, индия 1 (в сфалерите, галените, халькопирите); висмута 15 (в га­лените, халькопирите); селена 5—7, теллура 3—4 (в халькопирите, сфалерите, пирите); таллия 1—3 (в галените сфалерите); герма­ния 1 (в халькопирите).

**Классификация запасов полезных ископаемых применительно к месторождениям цветных металлов**

Запасы цветных металлов по степени их изученности в соответствии с Классификацией ГКЗ СССР подразделяются на разведанные — категорий А, В, C1 — и предварительно оцененные — категории С2.

Для отнесения запасов к категории А должны быть удовлетворены следующие требования:

1) установлены размеры, форма и условия залегания тел полезного ископаемого, изучены характер и закономерности изменчивости их морфологии и внутреннего строения, выделены и оконтурены без рудные и некондиционные участки внутри тел полезного ископаемого, при наличии разрывных нарушений - их положение и амплитуды смещения;

2) определены природные разновидности, выделены и оконтурены промышленные (технологические) типы и сорта полезного ископаемого, установлены их состав, свойства, распределение ценных и вредных компонентов по минеральным формам; качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого охарактеризовано по всем предусмотренным кондициями показателям;

3) технологические свойства полезного ископаемого изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы его переработки с комплексным извлечением компонентов, имеющих промышленное значение;

4) гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия исследованы с детальностью, позволяющей получить исходные данные для составления проекта разработки месторождения;

5) контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций по скважинам или горным выработкам.

Запасы категории А при детальной разведке месторождений цветных металлов подсчитываются только на месторождениях 1-й группы в блоках, оконтуренных скважинами и горными выработками без экстраполяции. На штокверковых месторождениях меди к категории А могут быть отнесены блоки, в пределах которых коэффициент рудоносности близок к единице, установлены пространственное положение, форма и размеры участков кондиционных руд, подлежащих селективной выемке. На разрабатываемых месторождениях запасы категории А подсчитываются по данным эксплуатационной разведки и горно-подготовительных работ.

Запасы категории В подсчитываются на месторождениях (в блоках), для которых соблюдены следующие требования:

1) установлены размеры, основные особенности и изменчивость формы, внутреннего строения и условий залегания тел полезного ископаемого, пространственное размещение внутренних без рудных и некондиционных участков; при наличии крупных разрывных нарушений выяснены их положение и амплитуды смещения, охарактеризована возможная степень развития мало амплитудных разрывных нарушений;

2) определены природные разновидности, выделены и при возможности оконтурены промышленные (технологические) типы полезного ископаемого; при невозможности оконтуривания установлены закономерности пространственного распределения и количественного соотношения промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; качество выделенных промышленных - (технологических) типов и сортов полезного ископаемого охарактеризовано по всем предусмотренным кондициями показателям;

3) технологические свойства полезного ископаемого изучены в степени, необходимой для выбора принципиальной технологической схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное его использование с извлечением компонентов, имеющих промышленное значение;

4) гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия изучены с полнотой, позволяющей качественно и количественно охарактеризовать их основные показатели и влияние на вскрытие и разработку месторождения;

5) контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций по скважинам или горным выработкам с включением (при выдержанных мощности тел и качестве полезного ископаемого) ограниченной зоны экстраполяции, обоснованной геологическими критериями, данными геофизических и геохимических исследований.

Запасы категории В при детальной разведке месторождений цветных металлов подсчитываются только на месторождениях 1-й и 2-й групп. Контур запасов категории В должен быть проведен по разведочным выработкам без экстраполяции, а основные горно-геологические характеристики рудных тел и качество руд в пределах этого контура установлены по достаточному объему предста­вительных данных.

На штокверковых месторождениях, где объем руды определяется с использованием коэффициента рудоносности, к категории В могут быть отнесены блоки, в пределах которых коэффициент рудоносности выше, чем средний по месторождению, выявлены изменчивость рудонасыщенности в плане и на глубину, закономерности пространственного положения, типичные формы и характерные размеры участков кондиционных руд в степени, позволяющей дать оценку возможности их селективной выемки.

На разрабатываемых месторождениях запасы категории В подсчитываются по данным эксплуатационной разведки и горно-подготовительных работ.

Для подсчета запасов категории C1 должны быть выполнены следующие требования:

1) выяснены размеры и характерные формы тел полезного ископаемого, основные особенности условий их залегания и внутреннего строения, оценены изменчивость и возможная прерывистость тел полезного ископаемого, а для пластовых месторождений установлено также наличие площадей интенсивного развития малоамплитудных тектонических нарушений;

2) определены природные разновидности и промышленные (технологические) типы полезного ископаемого, установлены общие закономерности их пространственного распространения и количественные соотношения промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов охарактеризовано по всем предусмотренным кондициями показателям;

3) технологические свойства полезного ископаемого изучены в степени, достаточной для обоснования промышленной ценности разведанных запасов;

4) гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия выявлены с полнотой, позволяющей предварительно охарактеризовать их основные показатели;

5) контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций по скважинам или горным выработкам с учетом данных геофизических и геохимических исследо­ваний и геологически обоснованной экстраполяции.

К категории C1 относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для данной категории сеть скважин и горных выработок, а полученная при этом информация подтверждена на разрабатываемых месторождениях данными эксплуатации, а на новых - результатами исследований на участках детализации.

На штокверковых месторождениях изученность основных особенностей внутреннего строения должна обеспечить выяснение рудонасыщенности и закономерностей распределения участков кондиционных руд.

Контуры запасов категории C1 определяются, как правило, по разведочным выработкам, а для наиболее выдержанных и крупных рудных тел — геологически обоснованной ограниченной экстраполяцией.

Запасы категории С2 подсчитываются при условии соблюдения следующих требований:'

1) размеры, форма, внутреннее строение тел полезного ископаемого и условия их залегания оценены по геологическим и геофизическим данным и подтверждены вскрытием полезного ископаемого единичными скважинами или горными выработками;

2) качество и технологические свойства полезного ископаемого установлены по результатам исследований единичных лабораторных проб либо оценены по аналогии с более изученными участками того же или другого подобного месторождения;

3) гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологическиё и другие природные условия оценены по имеющимся для других участков месторождения данным, наблюдениям в разведочных выработках и по аналогии с известными в районе месторождениями;

4) контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций на основании единичных скважин, горных выработок, естественных обнажении или по их совокупности с учетом данных геофизических и геохимических исследований и геологических построений, а также путем геологически обоснованной экстраполяции параметров, использованных при подсчете запасов более высоких категорий.

Запасы категории С2 подсчитываются путем экстраполяции по простиранию и падению, от контура разведанных запасов более высоких категорий на основе геофизических работ, геолого-структурных построений и единичных рудных пересечений, подтверждающих эту экстраполяцию; по самостоятельным рудным телам запасы данной категории подсчитываются, исходя из совокупности рудных пересечений, выявленных в обнажениях, горных выработках и скважинах с учетом данных геофизических, геохимических исследований и геологических построений.

При определении контуров подсчета запасов категории С2 следует учитывать условия залегания рудных тел, закономерности изменения их размеров, формы и мощности, состава руд и содержание полезных компонентов (меди, свинца, цинка, никеля, кобальта).

На месторождениях 3-й группы из общего контура запасов категории С2 должны быть выделены запасы, учитываемые в установленном Классификацией соотношении различных категорий. Возможность использования этих запасов для проектирования следует обосновать аналогией геологических особенностей залегания их и запасов более высоких категорий и подтвердить результатами перевода запасов категории С3 в более высокие категории на представительных, детально разведанных участках месторождения.

Запасы руд цветных металлов подсчитываются раздельно по выделенным промышленным (технологическим) типам руд и учитываются по наличию их в недрах без учета потерь и разубоживания при добыче, обогащении и переработке. По народнохозяйственному значению они подразделяются на две группы:

1) **балансовые**, вовлечение в эксплуатацию которых согласно утвержденным кондициям экономически целесообразно при существующей либо осваиваемой промышленностью прогрессивной техничке и технологии добычи и переработки сырья с соблюдением требований по рациональному использованию недр и охране ок­ружающей среды;

2) **забалансовые**, разработка которых согласно утвержденным кондициям в настоящее время экономически нецелесообразна или технически и технологически невозможна, но которые могут быть в дальнейшем переведены в балансовые.

Забалансовые запасы подсчитываются и учитываются в том случае, если в ТЭО кондиций доказана возможность их сохранения в недрах для последующего извлечения или целесообразность попутной добычи, складирования и сохранения для использования в будущем.

При подсчете забалансовых запасов проводится их подразделение в зависимости от причин отнесения запасов к забалансовым — экономических, технологических, гидрогеологических или горнотехнических.

Необходимая степень изученности месторождений, подготовленных для промышленного освоения, определяется в зависимости от их принадлежности к той или иной группе Классификации ГКЗ СССР по сложности геологического строения и распределения полезных компонентов, а также от экономических факторов — затрат средств и времени, требуемых на производство геологоразведочных работ.

Разведанные месторождения цветных металлов считаются подготовленными для промышленного освоения при условии утверждения в ГКЗ СССР балансовых запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, а также содержащихся в них компонентов, имеющих промышленное значение. При этом соотношение запасов различных категорий должно соответствовать требуемому при проектировании горнодобывающих предприятий (табл. 5).

Запасы категории С2 на месторождениях 1, 2 и 3-й групп утверждаются в количестве, полученном в результате разведки. При этом ГКЗ СССР устанавливает возможность полного или частичного использования запасов этой категории при проектировании горнодобывающего предприятия.

На разрабатываемых месторождениях (участках) соотношение категорий утвержденных балансовых запасов, принимаемое при проектировании либо реконструкции предприятия по добыче полезных ископаемых, либо дальнейшего развития горно-эксплуатационных работ, может быть меньше указанного (см. табл. 5) и устанавливается соответствующим горнодобывающим министерством на основе опыта разработки месторождения.

***Соотношение запасов различных категорий, %, требуемое для проектирования горнодобывающих предприятий***

## Таблица 5

|  |  |
| --- | --- |
| **Категории запасов** | **Группа месторождений** |
| **1-я** | **2-я** | **3-я** | **4-я** |
| **А+В** | 30 | 20 |  |  |
| **В том числе А не менее** | 10 |  |  |  |
| **С1** | 70 | 80 | 80 | 50 |
| **С2** |  |  | 20 | 50 |

На подготовленных к промышленному освоению месторождениях вещественный состав и технологические свойства руд должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы их комплексной переработки, а гидрогеологические, инженерно-геологические, -горнотехнические и другие природные условия — с детальностью, позволяющей получить исходные данные, необходимые для составления проекта разработки месторождения.

Оценка месторождений на разных стадиях геологоразведочных работ

**Общие положения геолого-экономической оценки месторождений**

Основная задача геологоразведочных работ — выявление и разведка месторождений полезных ископаемых, пригодных для промышленного использования. При этом под «месторождением» понимается «такое природное скопление минерального сырья, которое технически возможно, а экономически целесообразно разрабатывать на данном уровне развития производительных сил», т. е. само понятие «месторождение» является геолого-экономическим и предопределяет необходимость обязательного выполнения экономических исследований на всех стадиях геологоразведочного процесса. Детальность, обоснованность, а соответственно и объем этих исследований возрастают от стадии к стадии геологоразведочных работ по мере накопления фактических данных и изучения месторождения.

Геолого-экономическая оценка, задачи которой - выяснение возможного народнохозяйственного значения обнаруженного объекта, определение его запасов (в натуральном и денежном выражении) и экономического эффекта от их использования, - является сравнительной: основные геолого-экономические показатели оцениваемого объекта сравниваются с таковыми известных месторождений, получивших промышленную оценку, и других новых рудопроявлений с целью решения вопросов о целесообразности постановки более детальных исследований на объекте, последовательности проведения разведочных работ на разных рудопроявлениях и месторождениях, очередности освоения месторождений, промышленная ценность которых доказана.

При геолого-экономической оценке месторождений и рудопроявлений учитывается четыре группы факторов, взаимосвязанных между собой: географо-экономических, геологических, горнотехнических и экономических.

В группу географо-экономических факторов могут быть вклю­чены такие, как географическое положение оцениваемого объекта, климат, рельеф, освоенность района, возможности транспорта и энергетики, состояние технического и питьевого водоснабжения, наличие строительных материалов, промышленных предприятий, рабочей силы и т. п.

К геологическим факторам относятся следующие: особенности геологического строения района и месторождения; условия и глубина залегания рудных тел, их морфология, размеры, внутреннее строение; вещественный и минеральный состав руд, наличие ценных попутных компонентов; количество и качество запасов и перспективы их увеличения.

Горнотехнические факторы оценки определяются инженерно-геологическими условиями залегания месторождения и технологическими свойствами руд, обусловливающими выбор способа отработки месторождения (открытого или подземного), возможной производительности горно-обогатительного предприятия, необходимого горнопроходческого и бурового оборудования, транспортных средств, рациональной схемы технологической переработки руд, технических средств и материалов для их обогащения.

Экономические факторы включают данные о себестоимости добычи и переработки руд, получения металлов, о размерах необходимых капиталовложений и сроках их окупаемости, рентабельности работы горно-обогатительного предприятия, потребности в разведываемом виде минерального сырья народного хозяйства страны или изучаемого района.

Различают три вида геолого-экономических оценок месторождений, соответствующих степени их изученности и принятой стадийности геологоразведочного процесса: первоначальная, предварительная и предпроектная, осуществляемые на завершающих этапах стадий поисково-оценочных работ, предварительной разведки и детальной разведки.

**Геолого-экономическая оценка месторождений на стадии поисково-оценочных работ**

По результатам поисково-оценочных работ производится первоначальная геолого-экономическая оценка обнаруженных месторождений и рудопроявлений, выполняемая на основании данных о геолого-промышленном типе выявленного объекта, возможных контурах распространения рудной минерализации в плане и на глубину, содержании основных и ценных попутных компонентов в рудах. Указанные ориентировочные параметры объекта сравниваются с **оценочными (браковочными) кондициями**, скорректированными применительно к конкретным геологическим особенностям исследуемого объекта и географо-экономическим условиям района.

Если установлено, что максимально возможные параметры объекта (запасы категории С2 и прогнозные ресурсы, а также содержания металлов) удовлетворяют минимальным требованиям оценочных кондиций, то делается вывод о целесообразности его дальнейшего изучения, т. е. первоначальная геолого-экономическая оценка рудопроявлений неоднозначна. В процессе дальнейших работ объект может получить положительную промышленную оценку либо может быть забракован. Результаты ориентировочных геолого-экономических расчетов по всем положительно оцененным на стадии поисково-оценочных работ объектам излагаются в виде кратких технико-экономических соображении (ТЭС), которые утверждаются производственными геологическими объединениями совместно с отчетом о результатах поисково-оценочных работ и служат основанием для постановки предварительной разведки объекта. Сроки и очередность проведения предварительной разведки положительно оцененных объектов определяются производственными планами геологоразведочных работ.

**Браковочные кондиции** составляются на основании фактических данных по разведанным и эксплуатируемым месторождениям различных геолого-промышленных типов. Они рассчитываются исходя из принципа равенства ценности, извлекаемой из 1 т руды, и эксплуатационных затрат на получение конечной товарной продукции, т. е. бесприбыльно-безубыточной деятельности предприятия.

Браковочные кондиции устанавливаются для нормализованных, типичных для данного геолого-промышленного типа месторождений географо-экономических и горно-геологических условий, которые предусматривают приведение стоимостных показателей деятельности горно-обогатительных предприятий к условиям оплаты 1-го пояса (г. Москва), к действующим оптовым ценам на товарную продукцию, материалы, энергоносители, достигнутым показателям потерь, разубоживания, извлечения полезных компонентов и др. Браковочные кондиции учитывают способ разработки (открытый или подземный), нормализованные коэффициенты вскрыши (0,0) и рудоносности (0,7) для открытых работ, мощность рудного тела (1,2 м), крепость пород и руд (10 по шкале М. М. Протодьяконова), угол падения рудных тел (45°), глубину их залегания (до 200м).

Отклонения реальных условий нахождения и природных геологических особенностей оцениваемых объектов от нормализованных учитываются с помощью поправочных коэффициентов. Содержания основных попутных компонентов пересчитываются с помощью переводных коэффициентов в условный металл.

Браковочные кондиции устанавливаются по минимальному содержанию металла и рассчитываются отдельно для объектов с различными запасами руды (с разной производительностью горнодобывающих предприятий).

ТЭС составляются на основе оцененных на стадии поисково-оценочных работ запасов категории С2 и прогнозных ресурсов категории P1 с использованием для ориентировочного определения основных оценочных параметров (себестоимости разведки, добычи, переработки руды и др.) браковочных кондиций и укрупненных расчетов, выполненных с учетом технико-экономических показателей отработки аналогичных разведанных и разрабатываемых месторождений того же геолого-промышленного типа, скорректированных с учетом географо-экономических условий нахождения исследуемых объектов, их конкретных геологических особенностей и горнотехнических условий залегания.

В ТЭС должны быть отражены следующие данные:

1) географо-экономические условия района месторождения;

2) краткие сведения о проведенных в его пределах геолого-съемочных, поисковых и заверочных работах, обеспечивших выявление месторождения, с указанием количества принятых для обосно­вания постановки поисково-оценочных работ прогнозных ресурсов категории Р2;

3) основные особенности геологического строения месторождения; его геолого-промышленный тип; размеры, морфология и условия залегания рудных тел; минеральный и вещественный состав руд, средние содержания основных и важнейших попутных компонентов;

4) группа месторождения по сложности разведки; гидрогеологические и горнотехнические условия нахождения;

5) данные, определяющие предполагаемые способы добычи и переработки руд и возможное извлечение полезных компонентов;

6) сведения о методике, объемах и затратах на поисково-оценочные работы;

7) запасы категории С2 и прогнозные ресурсы категории P1, учтенные для обоснования возможной производительности предприятия; предполагаемые средние содержания основных и попутных компонентов в добываемых рудах; объемы товарной продукции; принятые в расчетах оптовые цены;

8) выбор и характеристика эксплуатируемых или детально разведанных месторождений-аналогов, принятых в качестве эталонов при определении технико-экономических показателей оценки исследуемого объекта (себестоимости добычи и переработки руды, необходимых капиталовложений в строительство горно-обогатительного предприятия, себестоимости товарной продукции, показателей возможной рентабельности отработки месторождения и окупаемости капиталовложений);

9) сопоставление возможных основных показателей освоения месторождения с аналогичными показателями разрабатываемых или детально разведанных месторождений того же вида полезного ископаемого.

На основе выполненных исследований составляется заключение о возможном промышленном значении изучаемого объекта. Учитывая условность полученных технико-экономических показателей освоения месторождения, они используются только для ранжирования первоочередности вовлечения в. предварительную разведку того или иного объекта. В заключении приводятся соображения о целесообразных методах предварительной разведки месторождения и возможных параметрах временных кондиций.

К объяснительной записке ТЭС должны быть приложены необходимые планы и разрезы, отражающие предполагаемые контуры рудных тел и положение всех разведочных выработок, вскрывающих и оконтуривающих оруденение, а также графические приложения, иллюстрирующие горнотехнические условия отработки месторождения.

**Геолого-экономическая оценка месторождений на стадиях предварительной и детальной разведки**

На завершающих этапах стадии предварительной разведки при получении необходимых и достаточных данных для однозначной оценки промышленного значения выявленного объекта, который может быть либо признан промышленным, заслуживающим детальной разведки и последующего освоения, либо забракован, осуществляется его предварительная геолого-экономическая оценка. Для обоснования предварительной оценки месторождения выполняется многовариантный подсчет его запасов по категориям C1 и С2, на основании которого составляются технико-экономический доклад (ТЭД) и **временные кондиции**, утверждаемые для месторождений цветных металлов Минцветметом СССР. Положительный ТЭД и установленные временные кондиции используются для текущего планирования приростов запасов цветных металлов и оперативных подсчетов запасов месторождений, утверждаемых ЦКЗ Мингео СССР. Для объектов, имеющих важное народнохозяйственное значение (либо в спорных случаях), ТЭД и временные кондиции рассматриваются и утверждаются ГКЗ СССР. ТЭДы и временные кондиции составляются производственными геологическими объединениями совместно со специализированными научно-исследовательскими или проектными организациями с помощью прямых или укрупненных технико-экономических расчетов с использованием данных по аналогичным разведанным или эксплуатируемым месторождениям. Положительно оцененные объекты зачисляются в резерв или подвергаются дальнейшим исследованиям с непосредственным (без перерыва во времени) переходом от их предварительной разведки к детальной. По сложным объектам (3-я группа), детальная разведка которых в основном производится одновременно с их эксплуатацией, подсчет запасов представляется на утверждение ГКЗ СССР, после чего принимается решение об их освоении разведочно-эксплуатационным предприятием. Соответственно и требования к обоснованию ТЭДов и кондиций для этих объектов должны быть повышенными. При необходимости на месторождениях 3-й группы проводится небольшой объем дополнительных работ с целью получения всех данных для проектирования разведочно-эксплуатационного предприятия.

По завершении детальной разведки месторождений на основании кондиций, предварительно утверждаемых ГКЗ СССР, и окончательных (генеральных) подсчетов запасов, требования к содержанию и оформлению которых регламентируются ГКЗ СССР, осуществляется их предпроектная оценка.

При доразведке эксплуатируемых месторождений оперативные подсчеты запасов выполняются на основании кондиций, ранее утвержденных ГКЗ СССР. Если при доразведке устанавливается существенное изменение запасов или горнотехнических условий отработки месторождений, последние переоцениваются с составлением новых кондиций и полным пересчетом запасов, которые рассматриваются и утверждаются ГКЗ СССР.

Определение основных параметров геолого-экономической оценки месторождений для составления ТЭДов (производительности горнорудного предприятия по руде и металлу, себестоимости добычи и переработки руд, получения концентратов и готовых металлов, необходимых размеров капиталовложений, рентабельности работы предприятия и др.) производится на основании кондиций, предусматривающих в соответствии с требованиями ГКЗ СССР следующие основные показатели:

1. минимальное промышленное содержание полезных компонентов в подсчетном блоке;
2. бортовое содержание полезных компонентов в краевой пробе;
3. минимальная мощность тел полезных ископаемых, включаемая в подсчет балансовых запасов;
4. максимально допустимая мощность прослоев пород и некондиционных руд, включаемых в контуры рудных тел;
5. возможная глубина отработки месторождения открытым способом; средний и предельный коэффициенты вскрыши;
6. допустимый коэффициент рудоносности;
7. максимально допустимое содержание вредных примесей в подсчетном блоке и в пробе при оконтуривании балансовых Запасов;
8. требования к выделению при подсчете запасов типов и сортов минерального сырья;
9. минимальное содержание попутных компонентов;
10. переводные коэффициенты для приведения попутных компонентов к основному;
11. минимальные запасы изолированных рудных тел для отнесения их к балансовым.

В отдельных случаях с учетом конкретных геологических и инженерно-геологических особенностей месторождений могут лимитироваться дополнительные показатели кондиций, в то же время некоторые из перечисленных могут не предусматриваться.

Минимальное промышленное содержание полезных компонентов в подсчетном блоке определяется из условия окупаемости всех затрат на добычу и переработку руды:

*С=* 1003/Ц • И • Р, где С — минимальное промышленное содержание полезного компонента (или приведенной суммы полезных компонентов), %; 3 — все затраты, связанные с добычей руд, их переработкой и получением товарной продукции, руб.; Ц—цена 1 т полезного компонента в товарной продукции, руб.; И — коэффициент извлечения полезного компонента в товарную продукцию;

Р—коэффициент, учитывающий разубоживание руд при их добыче.

Минимальное промышленное содержание рассчитывается в целом для месторождения с учетом затрат на проходку капитальных и подготовительных горных выработок, добычу и переработку руд, отчислений на амортизацию оборудования и относится к отдельным подсчетным блокам. Для блоков с содержанием металла несколько ниже минимального промышленного необходимо производить дополнительные расчеты с учетом только прямых затрат на добычу и переработку руд, что позволяет решить вопрос о том, целесообразно ли их отрабатывать или следует оставить в недрах. Так как практически все месторождения цветных металлов являются комплексными, минимальное промышленное содержание в рудах по подсчетным блокам обычно устанавливается не в натуральном, а в условном металле с учетом извлекаемых попутных компонентов.

Затраты на добычу 1т руды определяются в зависимости от производительности горнодобывающего предприятия и принимаемой системы (или соотношения нескольких систем) отработки рудных тел, а затраты на переработку — от технологических свойств руд и технологической схемы обогащения. Если расчет ведется на конечный продукт, то необходимо учитывать также и затраты на переработку концентратов и другие операции, связанные с получением готового металла. Кроме того, в затратах на добычу и переработку руд учитываются также транспортные расходы и отчисления на геологоразведочные работы, устанавливаемые МинцветметомСССР.

Цена полезного компонента (компонентов) принимается исходя из действующих оптовых цен на руды, концентраты и металлы. Сквозной коэффициент извлечения полезного компонента в товарную продукцию определяется с учетом потерь руды в недрах, извлечения полезного компонента при обогащении руд и металлургическом переделе концентратов. Разубоживание руд зависит от морфологии рудных тел и применяемой системы их отработки.

Бортовое содержание полезных компонентов в краевой пробе устанавливается в случаях отсутствия четких геологических границ рудных тел, что характерно для всех штокверковых месторождений меди, свинца и цинка, а также прожилково-вкрапленных или вкрапленно-прожилковых (слоистых) руд разных типов. Бортовое содержание условного металла, заменяющее естественные геологические границы рудных тел, подбирается способом вариантов с учетом необходимости максимально возможного сохранения сплошности рудных тел и в то же время включения в их контур минимального объема безрудных или слабоминерализованных пород. В общем случае при переходе к варианту с более низким содержанием металла себестоимость его в приращиваемом контуре не должна превышать оптовой цены.

Бортовое содержание металлов для различных типов месторождений варьирует в значительных пределах: 0,3—0,5% для медно-порфировых месторождений; 0,4—0,7 % для медно-никелевых месторождений и медистых песчаников и сланцев; 0,7—1,0% для месторождений меди, свинца и цинка колчеданного типа, а также для скарновых и жильных. При подборе различных вариантов оконтуривания рудных тел можно ориентироваться на эти цифры, имея при этом в виду, чтобы выбранный вариант попал «в вилку» между вариантами с более высоким и более низким бортовым содержанием металла.

Минимальная мощность тел полезных ископаемых, включаемая в подсчет балансовых запасов, зависит от элементов залегания рудных тел, системы их разработки и применяемых технических средств. Как правило, для пологозалегающих рудных тел, отрабатываемых подземным способом, она составляет 1,5—2,0 м, для крутопадающих 1,0—2,0 м; при открытых работах принимается равной 3—5 м, иногда — при большой высоте эксплуатационных уступов—до 10 м.

Максимально допустимая мощность прослоев пород и некондиционных руд, включаемых в контуры рудных тел, нередко определяется при решении вопроса о выборе рационального бортового содержания металла для оконтуривания рудных тел. В общем случае при отработке месторождений подземным способом она зависит от мощности рудных тел и составляет 1—2 м для маломощных рудных тел, 2—3 м при их мощности до 10 м и 3—5 м при мощности рудных тел больше-10 м. При открытых работах она обычно варьирует от 5 до 10 м в зависимости как от мощности рудных тел, так и от принимаемой высоты эксплуатационных уступов карьера.

Возможная глубина отработки месторождения открытым способом, средний и предельный коэффициенты вскрыши устанавливаются методом вариантов исходя из сопоставления затрат на добычу руды открытым и подземным способами до определенной глубины. При равенстве затрат предпочтение отдается открытому способу.

Допустимый коэффициент рудоносности определяется с учетом прерывистости оруденения и необходимости компенсации дополнительных затрат на селективную добычу кондиционных руд.

Максимально допустимое содержание вредных примесей в подсчетном блоке и в пробе при оконтуривании балансовых запасов. Эти параметры для месторождений цветных металлов лимитируются сравнительно редко, так как в процессе обогащения руд обычно удается избавиться от нежелательных компонентов. Требования к выделению при подсчете запасов типов и сортов минерального сырья обусловливаются необходимостью их раздельной добычи и переработки. На месторождениях меди, свинца и цинка обычно выделяются окисленные, смешанные и сульфидные разности руд. На медно-колчеданных месторождениях, кроме того, различают собственно медные, медно-цинковые, цинковые и серно-колчеданные, а на месторождениях свинца и цинка — существенно свинцовые, цинковые и свинцово-цинковые руды. В отдельных случаях на медно-колчеданных и медно-никелевых месторождениях выделяются руды, пригодные для непосредственной плавки в шахтных или электрических печах. При невозможности геометризации различных типов и сортов руд по редкой сети разведочных выработок соотношение их в запасах устанавливается статистически.

Минимальное содержание попутных компонентов определяется величиной дополнительных затрат, необходимых для организации их извлечения. В некоторых случаях, когда попутные компоненты извлекаются в концентраты и шламы металлургического производства без дополнительных затрат, а стоимость их получения из этих продуктов ничтожная (золото, серебро, платиноиды), попутные компоненты учитываются при любых содержаниях в рудах.

Переводные коэффициенты для приведения попутных компонентов к основному принимаются с учетом соотношения цен на основной металл и попутные компоненты и извлечения их в концентраты. В общем случае эта зависимость такова: Кп=Цп •Ип/Цм\* Им, где *Кп—*переводной коэффициент попутного компонента в условный металл; Цп, Цм — цены соответственно попутных компонентов и основного металла; Ип и Им — извлечение в концентраты попутного компонента и основного металла.

Если содержания попутных компонентов ниже их содержаний в хвостах обогатительных фабрик, то при переводе в условный металл они не принимаются во внимание.

При расчете минимальных запасов изолированных рудных тел для отнесения их к балансовым учитывается стоимость проходки дополнительных подходных выработок.

Производительность горнорудных предприятий по руде и металлу выбирается в зависимости от запасов месторождений, горнотехнических условий их эксплуатации и нормативных сроков обеспеченности работ: для небольших предприятий примерно 10—15 лет, сред­них — 15—25 лет, крупных —25—40 лет и очень крупных — свыше 40 лет.

Размер капиталовложений в строительство горнодобывающего предприятия, в первую очередь, обусловлен его производительностью, горно-геологическими особенностями месторождения, а также географо-экономическими условиями района. Срок окупаемости капиталовложений и рентабельность отработки месторождения определяются из соотношения общих затрат на строительство, добычу и переработку руды и ценности получаемой продукции.

Требования к материалам ТЭДов и кондиций, их содержанию и оформлению устанавливаются ГКЗ СССР.

#### ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ

# Подсчет запасов основных и ценных попутных компонентов

Подсчет запасов подводит итоги всех выполненных на месторождении и в прилегающем районе геологоразведочных работ, отражает их достоинства и недостатки. Достоверность и обоснованность подсчета запасов определяются полнотой и качеством всех исходных данных, полученных в процессе геологоразведочных, научно-исследовательских и проектно-изыскательных работ, выполнением его с соблюдением всех общепринятых правил и приемов, а также требований ГКЗ СССР.

Запасы подсчитываются на основании кондиций, утверждаемых в установленном порядке. Кондиции должны соответствовать природным особенностям месторождений. Количество и качество запасов, принятых в качестве обоснования кондиций, не должны быть существенно выше, чем полученные по подсчету. В случае резких расхождений—если фактические запасы составляют менее 70—80 % от учтенных в кондициях—последние подлежат специальной проверке и при необходимости пересоставлению и переутверждению. Очень большая доля забалансовых запасов, подсчитанных на месторождении по утвержденным кондициям, или наличие большого количества внутрирудных некондиционных прослоев пустых и слабоминерализованных пород — косвенное свидетельство несоответствия кондиций природным особенностям месторождений. В первом случае следует рассмотреть вопрос о возможности применения более совершенной (более экономичной) техники для добычи и переработки руды во избежание выборочное отработки месторождений; во втором — необходима проверка кондиционного лимита, определяющего максимально допустимую мощность внутрирудных некондиционных прослоев.

Подсчет запасов начинается с выделения по общепринятой методике кондиционных интервалов по разведочным выработкам; их пространственная увязка производится с максимальным учетом геологических и геофизических данных. Оконтуривание рудных тел выполняется на подсчетных разрезах, планах, проекциях рудных тел на горизонтальную или вертикальную плоскость. Общий контур рудного тела проводится по линии естественного выклинивания или по другим геологическим особенностям рудного тела путем интерполяции между рудными и безрудными выработками или с использованием приемов экстраполяции. Содержание металла в краевых рудных пересечениях при этом, как правило, не должно быть существенно ниже минимального промышленного.

Способ подсчета запасов месторождения должен соответствовать его природным геологическим особенностям и принятой системе разведки. На месторождениях цветных металлов наиболее часто практически используются способы вертикальных и горизонтальных разрезов, геологических и эксплуатационных блоков. Первые два способа обычно применяются для подсчета запасов месторождений с рудными телами большой мощности и сложным внутренним строением. Способом геологических блоков наиболее часто подсчитываются запасы плоских пласто-, линзо- и жилообразных тел. Способ эксплуатационных блоков, как правило, используется только на эксплуатируемых месторождениях, обычно в комбинации с другими способами.

На месторождениях штокверкового типа при подсчете запасов часто применяются линейные или площадные коэффициенты рудоносности.

При блокировке запасов следует следить за однородностью подсчетных блоков по степени разведанности, колебаниям мощностей рудных тел, качеству руд (по типам и сортам) и содержанию металла. Подсчетные блоки по возможности должны иметь простую конфигурацию (на вертикальных или горизонтальных проекциях) и максимально учитывать пространственное положение важнейших структурных рудоконтролирующих элементов — разрывных нарушений, мощных даек и др. Размеры блоков не должны быть чрезмерно большими по простиранию и падению рудных тел, а запасы высоких категорий в них обычно не должны превышать годовой производительности рудника; в то же время блоки не могут быть чрезмерно мелкими, опирающимися на единичные разведочные выработки. Для соблюдения этих требований подсчет запасов крупных штокверковых месторождений ведется преимущественно с разбивкой их по вертикали на 60-метровые пластины (с учетом кратности высоты 10-, 12-, 15- и 20-метровых уступов карьера). Для крутопадающих пласто-, линзо- и жилообразных рудных тел длина подсчетных блоков по падению рудных тел может превышать высоту эксплуатационных залежей не более чем в 3—4 раза.

Средние содержания металлов (и основных попутных компонентов) по рудным пересечениям и подсчетным блокам рассчитываются, как правило, способом среднего взвешенного (на длину рядовых проб или подсчетных интервалов). При необходимости проверяется наличие выдающихся по содержанию основных металлов проб, подлежащих ограничению. На месторождениях цветных металлов, кроме собственно кобальтовых, такие пробы встречаются редко. При подсчете запасов в краевых экстраполированных блоках необходимо учитывать снижение содержания металла на внешнем контуре рудных тел, принимая его не выше минимального промышленного.

При подсчете запасов способом геологических блоков истинные горизонтальные или вертикальные расчетные мощности рудных тел следует определять с учетом не только угла падения рудного тела, но и зенитных и азимутальных искривлений разведочных скважин (по формуле П. М. Леонтовского): *ти=т3* (cos а \*соsВ+sin а \*sinВ \*cos *у),* где *ти—*истинная мощность рудного тела;

*тз —* мощность тела, измеренная по скважине; а — зенитный угол скважины; В—угол падения рудного тела; *у—*угол между азимутом скважины и плоскостью нормального разреза рудного тела.

Горизонтальная *тг* и вертикальная *тв* мощности рудного тела определяются из следующих соотношений: *тг=ти/sinA , тв=ти/ cosB*

Поправка на отклонение скважины от нормали к простиранию рудного тела при малых углах отклонения очень незначительная, поэтому при вычислении истинной мощности ее рекомендуется вводить только тогда, когда азимут скважины отличается от ази­мута перпендикулярного разреза более чем на 30° .(при зенитных углах <5°): или 20° (при зенитных углах > 5°). Аналогичные формулы следует использовать и при расчете мощности рудных тел в горных выработках, пересекающих рудное тело не по истинной мощности.

При подсчете запасов любым способом необходимо избегать «прессования» смежных рудных тел или ветвей в единый подсчетный контур. Оконтуривание и подсчет их запасов следует вести самостоятельно с раздельным определением соответствующих площадей (или мощностей) и содержаний полезных компонентов. Объемы рудных тел и отдельных подсчетных блоков вычисляются по общеизвестным геометрическим формулам.

Средняя объемная масса должна устанавливаться по данным замеров лабораторных образцов и выемкой целиков отдельно для каждого природного типа руд на достаточном фактическом материале.

Подсчет запасов ценных попутных компонентов производится в соответствии с требованиями СКЗ СССР .

Запасы попутных компонентов, имеющих промышленное значение, подсчитываются в контурах подсчета запасов основных компонентов и оцениваются по категориям в соответствии со степенью их изученности, характером распределения установленных форм нахождения и технологией извлечения.

Запасы попутных компонентов, накапливающихся при обогащении в товарных концентратах или продуктах металлургического передела, подсчитываются и учитываются как в недрах, так и в извлекаемых минералах и продуктах обогащения.

**Заключение.**

На протяжении всей истории человечества люди осваивали различные полезные ископаемые, особенно металлы. Семь из них, известных с древнейших времен – золото, серебро, медь, олово, железо, свинец и ртуть, - принято называть доисторическими.

Первыми ставшим известным человеку металлом было золото. Оно использовалось для изготовления украшений и монет. Затем люди стали использовать медь, роль которой в становлении человеческой культуры особенная. Из самородной меди были изготовлены первые металлические орудия труда, в результате век каменный сменился веком медным. Использование олова и получение бронзы привело к веку бронзовому. Затем наступил век железа, который длится и поныне.

По мере развития науки и техники, открытия новых элементов, создания сталей и сплавов используется все большее число металлов. В настоящее время в огромных масштабах осуществляется добыча руд железа, марганца, алюминия, меди, свинца, цинка, никеля и др. В современную эпоху научно-технической революции, в эпоху электроники, атомной энергетики, ядерной и космической техники также широко применяются радиоактивные и редкие металлы. Но перспективы их применения в будущем еще более грандиозны.

Огромная работа была проделана советскими геологами. Большой вклад в развитие науки о рудных месторождениях и создание надежной сырьевой базы металлов внесли академики В.А.Обручев, А.Е.Ферсман, С.С.Смирнов, А.Н.Заврицкий, А.Г.Бетехтин, Д.С.Коржинский, В.И.Смирнов.

В.М.Крейтер (1960 г.), а вслед за ним и В.И.Красников (1965 г.) под промышленными типами месторождений понимали такие естественные геолого-минералогические типы месторождений, при эксплуатации которых в сумме во всем мире извлекается несколько процентов данного вида полезного ископаемого.

За последние 20 лет промышленная систематика месторождений рассматривалась многими исследователями. Но наиболее удачно промышленные типы месторождений определены и систематезированны сотрудниками ВИЭМСа по железу, никелю, хромитам, свинцу и цинку, олову, вольфраму и другим металлам.

Систематика промышленных типов для многих металлов разработана недостаточно, и в дальнейшем её следует усовершенствовать. При разработке систематики необходимо исходить из того, что промышленными являются такие месторождения с балансовыми запасами, которые экономически целесообразно разрабатывать при современном состоянии техники и соответствующих технологий. Промышленный тип месторождений определяется прежде всего геологическими условиями залегания и морфологией рудных тел, минеральным и вещественным составом руд, от которых зависят методы отработки месторождений и технология получения металлов.

В зависимости от величины запасов металла месторождения делятся на крупные и уникальные, средние и мелкие. Мировая практика показывает, что крупные месторождения играют главную роль в разведанных запасах и добыче металлов. При проектируемых на ближайшее время масштабах добычи минерального сырья небольшие и средние по размерам запасов месторождения не смогут существенно влиять на состояние обеспеченности растущих потребностей промышленности. От масштабов месторождений зависит эффективность их разведки и разработки. Поэтому желательно, чтобы месторождения, открываемые и разведуемые в новых рудных районах, были крупными.

Качество руд должно соответствовать установленным требованиям по содержанию главного металла (кондиции) и допустимым содержанием вредных элементов. Необходимо учитывать также наличие в руде ценных элементов-примесей. Руды могут быть мономентальными и комплексными (двух-, трехметальными и т.д.). По содержанию основных компонентов среди них выделяются богатые, средние и бедные. Наиболее ценными являются руды богатые, из которых можно получит металл без обогащения. Однако в связи с ростом добычи металлов и совершенствованием технологической переработки все в больших масштабах добываются руды бедные.

Технология переработки руд определяется их минеральным и вещественным составом. Необходимо установит количественный минеральный состав руд и выявить основные и попутные компоненты, определить основные рудные минералы, изучить разновидности и генерации рудных минералов, отличающихся по составу и обогатимости. Необходимо также изучить пространственное распределение рудных минералов и составить минералого-технологические карты, сопоставить баланс распределения рудных элементов по минералам и выяснить формы вхождения их в состав руд, изучить гипергенные изменения руд и решить ряд других вопросов. Лишь после этого следует разрабатывать схему технологической переработки руд, которая должна предусматривать извлечение не только главных, но и попутных компонентов. В настоящее время из сульфидных медно-никелевых руд извлекается 10-15 элементов. Важно не только извлечь из руды все элементы, но извлечь их экономически выгодно.

Горно-геологические условия эксплуатации также должны обеспечить рентабельную и высокоэффективную отработку месторождений. Наиболее эффективна отработка месторождений открытым способом, удельный вес которой все более возрастает, особенно при добыче руд никеля. В сложной геологической или гидрогеологической обстановке даже крупные месторождения с высоким содержанием металлов оказываются недоступными для отработки. Однако при совершенствовании техники эти вопросы успешно решаются.

Географо-экономическое положение месторождений также в ряде случаев оказывает существенное влияние на их экономическую оценку. Промышленное месторождение никеля должно отвечать следующим требованиям: обладать крупными запасами, иметь руды вясокого качества, хорошо поддающиеся переработке, характеризоваться горно-геологическими условиями, доступными для эффективной отработки и находится в благоприятном геолого-географическом районе.

Однако с развитием науки и техники все эти требования не остаются постоянными, меняется и понятие о промышленных месторождениях. В отработку вовлекаются все новые месторождения, которые до недавнего времени считались непромышленными.

**Список литературы**

1. «Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям никелевых руд», М: Госгеологтехиздат, 1961г.
2. А.И.Кривцов, И.З.Самонов и др. «Справочник по поискам и разведке месторождений полезных ископаемых», М: Недра, 1985г.
3. В.И.Смирнов, А.И.Гинзбург и др. «Курс рудных месторождений», М: Недра, 1986г.
4. П.Д.Яковлев «Промышленные типы рудных месторождений», М: Недра, 1986г.
5. Ф.И.Вольфсон, А.В.Дружинин «Главнейшие типы рудных месторождений», М: Недра, 1973г.
6. П.Д.Яковлев «Промышленные типы рудных месторождений», М: Недра, 1986г.
7. А.М.Быбочкин ( под редакцией) «Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. Том 1», М., 1985г.
8. И.Ф.Романович, И.А.Филатова и др. «Полезные ископаемые», М: Недра, 1992г.
9. В.И.Смирнов «Рудные месторождения СССР», М: Недра, 1978г.

***Фактическая плотность сетей разведочных выработок, применявшихся на некоторых месторождениях никеля.***

Таблица №3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Месторождение | **Группа месторождений по степени сложности** | **Расстояния между пересечениями рудных тел выработками (в м) для категорий запасов** |
| **А** | **В** | **С1** |
| Мощные пологопадающие пластообразные залежи сульфидных руд |
| **Талнахское:** |  |  |  |  |
| **Врапленные руды** | 1-я | 100Х100 | 200Х200 | 400Х(400-600) |
| **Богатые руды** | 2-я |  | 50Х100 | 100Х100 |
| **Норильское** | 1-я | (50-100)х(50-100) | 200Х200 | (400-500-)Х(400-500) |
| **Ниттис-Кумужья** | 1-я |  | (250-300)Х250 | (500-600)Х(500-600) |
|  |  |  |  |  |
| Протяженные наклонные пласто- и линзообразные залежи сульфидных тел |
| **Ждановское** | 2-я |  | 50Х50 | 100Х(100-200) |
| **Заполярное** | 2-я |  | (25-50)Х(25-50) | (100-130)Х(100-150) |
| **Котсельваара-Каммикиви** | 2-я |  | 50Х50 | 50Х(100-120) |
| **Семилетка** | 2-я |  | 75Х50 | (100-150)Х(80-120) |
|  |  |  |  |  |
| Плащеобразные и линзовидные залежи силикатно-никелевых руд |
| **Бугеткольское** | 2-я |  | 50Х50 | 100Х100 |
| **Покровское** | 3-я |  | 25Х25 | 50Х50 |
| **Старо-Айдырлинское** | 3-я |  | 20х30 | 40х40 |
| **Шелеинское** | 3-я |  | 20Х40 | 40Х80 |

**Промышленные типы месторождений никеля.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Промышленные типы | Форма и размеры рудных тел | Основные промышленные и минеральные типы руд | Среднее содержание никеля в рудах, % | Попутные компоненты – основные, обычно присутствующие (в скобках) | Ориентир. запасы в отдельных месторождениях | Доля в общих запасах кап. и развивающ странах, % |
| Рядовые | Наиболее крупные |
| Медно-никелевый | Согласные пластообразные залежи, линзо- и жилообразные тела. Размеры: по простиранию до 1500м, по падению 800-1000м, мощность 0.9-100 м. | Медно-никелевыйПетландит-халькопирит-кубанит-пирротиновый | Ni0,5-1,5Cu0,2-3,5 | Co, S, Pt,(Pd, Os, Ir, Ru, Rh, Au, Ag, Se, Te) | 100-600 | До 2000 | 34,5 |
| Мышьяк-никель-кобальтовый (жильный) | Пучки и колонны жил, штокверкообразные зоны, линзообразные залежи; длина неск.десятков м, мощность неск. м. | Мышьяк-никель кобальтовый серебросодержащийСаффлорит-шмальтин-раммельсбергит-никелиновый | Co : Ni4 : 1до1 : 4 | As, Ag, Bi, U | 20 | 100 | 0,1 |
| Никелевый коры выветривания | Изометрические и удлиненные пластообразные залежи, линзо-, кармано- и гнездообразные тела площадью от первых соте кв. метров до первых кв.км. при мощности 3-30 м. | Кобаль никелевый силикатныйСерпентин-нитронитовый, керолит-гарниеритовый, гетит-нонтронит-гарниеритовый | Ni0,7-1,3Cо0,04-0,2 |  | 20 | 1000 | 65,4 |
| Никель-кобальтовый и железо-никелевый осадочный | Изометрические и удлиненные пласто-и линзообразные залежи площадью от первых соте кв. метров до первых кв.км. при мощности 0,5-30 м. | Никель-кобальтовый и железо-никелевыйНонтронит-лимонит-асболановый и гидрогётит-лептохлорит-магнетит-хромитовый | Ni0,5Cо0,06 |  |  |  |  |