Московский Государственный Геологоразведочный Университет.

Курсовая работа по предмету

«Особенности поисков и разведки месторождений полезных ископаемых различных типов».

Тема: «Месторождения золота».

Выполнил: студент группы ВРМ-98

Соколов Л.А.

Проверил:

Профессор Мессерман И.З.

Москва 2003 г.

План.

1. Общие сведения по металлу

2. Основные минералы и формы нахождения

3. Состояние минерально-сырьевой базы

4. Металлогения

5. Приуроченность месторождений к основным структурным элементам земной коры.

6. Промышленные типы месторождений.

7. Особенности месторождений влияющих на разведку и оценку.

8. Технологические схемы переработки и обогащения.

9. Группировка месторождений по сложности геологического строения для целей разведки.

10. Методика разведки и плотности разведочных сетей.

11. Особенности опробования и документации.

12. Требования к подсчету запасов.

13. Подготовленность разведанных месторождений для промышленного освоения.

14. Заключение.

Золото - важнейшее минеральное сырье, применение его весьма разнообразно. Добыча золота во многом определяет уровень развития государства. К сожелению золотодобывающая промышленность России, как и вся российская экономика пребывает в состоянии длительного застоя. Занимая по запасам золота в недрах третье место в мире, РФ по производству золота находится на седьмом месте после ЮАР, США, Австралии, Канады, Китая и Индонезии. Уверенно наращивают добычу золота и в ближайшее время могут догнать Россию и даже потеснить ее в списке основных производителей Перу и Узбекистан.

1. Общие сведения по металлу.

Золото - металл из группы благородных, в периодической таблице элементов Д.И. Менделеева имеет электронную конфигурацию 4, 5, 6, атомный номер 79, атомную массу 196,967, 39 изотопов, в том числе один стабильный – Аu197 с валентностью 1 и 3. Плотность золота - 19,32 г/см температура плавления- 1063 град. Цельсия и кипения-2966 град. Цельсия. Обладает наивысшей среди металлов ковкостью. Один грамм золота можно раскатать в лист площадью 1 м2.

Золото обладает высокой теплопроводностью и электропроводностью, мягкостью, вязкостью, уникальной ковкостью и тягучестью. Оно образует сплавы со многими металлами: платиной, палладием, серебром, медью, висмутом, хромом, кобальтом, индием, оловом, алюминием, цинком, кадмием, цирконием, и др.; с ртутью золото образует амальгаму.

Золото является главным образом валютным металлом; большая его часть сохраняется в виде так называемого золотого запаса, используемого при международных расчетах. На уникальных физико-химических свойствах золота основывается все возрастающее применение его в промышленности. Золото и его сплавы используются в качестве сварочных материалов в деталях реактивных двигателей, ракет, ядерных реакторов, сверхзвуковых самолетов, разнообразного промышленного оборудования, а также для изготовления термопар, плавких и электрических контактов в электропечах и различных приборах, волосков хронометров и гальванометров, сопротивлений в потенциометрах и т. д. Золото является весьма эффективным тепло- и светоотражателем и используется в качестве покрытия поверхности ракет и других аппаратов, предназначенных для запуска в космическое пространство. В электронной технике из золота высокой чистоты изготовляют тончайшие электроды для полупроводников. Золото, легированное германием, индием, галлием, кремнием, оловом и селеном, идет на изготовление контактов, диодов, транзисторов, выпрямителей. Золото находит широкое применение в ювелирной промышленности и в медицине.

Одним из важнейших свойств золота является его весьма высокая химическая инертность. Оно не растворяется ни в щелочах, ни в кислотах, за исключением царской водки (смесь 1 части азотной и 3 частей соляной кислот). Кларк золота—4,3х10-70%.

Химические свойства золота определяются участием в реакциях электрона не только крайней оболочки, но и предыдущей. Поэтому степень валентности золота в его соединениях бывает не только +1, что соответствует номеру его группы в периодической таблице, но и большая, чаще +3. С другой стороны, его химическая активность, прежде всего, зависит от потенциала ионизации, т.е. от количества энергии, необходимой для удаления электронов с электронных оболочек. Потенциал ионизации золота высок, в частности значительно больше серебра. Это определяется тем, что атомное ядро золота интенсивно притягивает электроны, в том числе и находящиеся на крайних электронных оболочках. Это связано со слабым экранирующим воздействием нижележащих электронных оболочек на вышележащие, особенно на внешнюю с ее одним электроном. Притяжение его к ядру столь значительно, что этот электрон не только крепко удерживается на своей оболочке, но и может проникать в электронное поле нижележащей оболочки, препятствуя ионизации атома золота. Что касается второго и третьего потенциалов ионизации золота-

потери его атомами второго и третьего электронов, то они тоже имеют высокие значения, причем третий потенциал ниже второго. Этим и объясняется то, что кроме валентности +1 второй возможной валентностью золота является +3.

Степень ионизации зависит также и от сродства атомов элемента к электрону. По

этому показателю золото близко к теллуру, селену, сере, галогенам, с которыми оно образует природные соединения.

2. Основные минералы и формы нахождения.

Благоприятное сочетание перечисленных энергетических величин обеспечивает особую химическую инертность золота и его способность восстанавливаться до самородного состояния. Тем не менее, как указывает И.Я. Некрасов (1991 г.), инертное и плохо растворимое в обычных растворах, даже содержащих галогениды и сероводород, золото может интенсивно реагировать в многометальных растворах с висмутом, сурьмой, мышьяком и др. и давать с ними сложные интерметаллиды (ауростибит, мальдонит и др.). При высокой активности теллура, селена, серы золото в присутствии серебра может вступать в реакцию сразу с несколькими компонентами, образуя сульфотеллуриды,

сульфоселениды и сульфоселенотеллуриды. В последние годы, благодаря применению точных локальных методов анализа (микрозондовый, рентгеноспектральный и др.) состава мелких выделений минералов, количество известных в природе золотосодержащих минералов увеличилось вдвое и достигло 40. В справочнике О.Е. Юшко-Захаровой и др. (1986 г.) было описано 22 минерала золота. Кроме этого, удалось существенно уточнить и составы ранее известных минералов золота.

Однако вновь открытые минералы, в основном, имеют весьма ограниченное распространение и резко подчиненную роль. Они встречаются в виде тонких реакционных

каемок вокруг ранних основных выделений золота и его теллуруидов. Образование их связано с реакциями растворов поздних стадий гидротермального процесса с ранее выделившимися минералами золота. Часть их представляет собой продукты разложения этих минералов в зоне гипергенеза.

Важнейшим промышленным минералом золотых месторождений является самородное золото. В рудах оно присутствует в виде неправильных обособлений (зерна, пленки, нити, дендриты), реже образует кристаллы и их агрегаты. По размеру выделения золота подразделяются на дисперсные (до 10 мкм), мелкие (до 0,1 мм), средние (до 1 мм), крупные (до 5 мм) и самородки (более 5 мм при массе не менее 10 г). Наиболее крупные самородки золота, найденные в месторождениях золота в СССР, -36,2кг (Большой Треугольник), в Австралии -93,3кг (плита Холтермана).

Из всех известных золотосодержащих минералов подавляющую роль играют его природные соединения с серебром, известные как самородное золото, электрум, кюстелит,

Несравненно меньшее значение имеют природные соединения с ртутью, платиной и металлами ее группы (иридит, родит), а также с висмутом, сурьмой, оловом, медью, присутствующие лишь в отдельных типах месторождений. Содержание золота в его природных сплавах, а также в искусственных ювелирных-лигатурных сплавах определяется в промилях и характеризует пробность золота (585, 960 и др.)

Детальные исследования показали, что распределение серебра в объеме кристаллической решетки золота далеко не всегда является равномерным и упорядоченным.

По мере возрастания количества серебра повышается нестабильность кристаллической решетки вплоть до ее распада на 2 фазы. В высокопробном золоте неоднородности строения кристаллической решетки не отмечается, зато в низкопробном она присутствует всегда.

Минеральные фазы золота с содержанием серебра 35-65 ат.% относят к электруму (проба золота в нем 650-350), а 65-85% - к кюстелиту (проба его золота 350-150).

При дальнейшем повышении содержания серебра в рудообразующей системе более 85% происходит резкое снижение в минералах содержания золота (от долей до 2%), и образуется золотистое серебро.

Кроме соединений золота с серебром, выделяются аурикуприт – Au2Cu2 ауростибнит - AuSb2 родит - Au (Pt, Rh, Jr,Pd) и др.

Важными по своему значению после самородных металлов являются теллуриды

золота и серебра. Эти минералы относят к интерметаллическим соединениям металлов с полиметаллами.

В этих минералах содержится значительная доля промышленного золота, в основном в близповерхностных золото-серебряных месторождениях вулканических поясов.

По химическому составу выделено 9 теллуридов - калаверит Au2Te2, сильванит (Au, Ag)Te, креннерит (Au, Af)Te2,  петцит Ag3AuTe2и др.

Руды этого минералогического типа технологически менее благоприятны для эффективного получения из них золота, т.к. из теллуридов оно не извлекается цианированием. Однако, в связи с легкой окисляемостью теллуридов в зоне окисления, они присутствуют уже в разложенном виде с выделением при их распаде самородного, в том числе так называемого "горчичного" золота.

Следующий класс минералов золота представлен сульфидами, сульфоселенидами и селенидами золота. Десять известных минералов этого класса открыты в основном недавно на золото-серебряных месторождениях и представляют лишь минералогический интерес.

Последний тип золотосодержащих минералов, выделенный И.Я. Некрасовым, представлен оксидами и гидрооксидами золота. Эти минералы еще слабо изучены. Они могут образоваться локально в зоне цементации некоторых золотосеребряных месторождений в участках аномально высокой активности кислорода и серы в процессе растворения ранних теллуридов и золота. Представляют лишь минералогический интерес.

Важное место в разрабатываемых месторождениях золота занимают руды с тонкорассеянным золотом, находящимся в других минералах. Содержание золота в них достигает сотен г/т. Однако даже при максимальном увеличении под микроскопом очень трудно определить его минеральную форму.

Среди этих золотосодержащих минералов основными являются сульфиды - арсенопирит, пирит, халькопирит, галенит, антимонит, пирротин, сфалерит, киноварь, талнахит, а также некоторые сульфоселеноарсениды и магнетит.

Установлено равномерное изоморфное вхождение тонкодисперсного золота в основной золотосодержащий минерал - арсенопирит, с которым связаны крупные запасы золота на многих месторождениях. Содержание золота в арсенопирите достигает 4 кг/т, однако эти руды являются технологически упорными, выделяющийся при их разложении высокотоксичный мышьяк делает невозможным использование при их переработке для вскрытия золота окисляющего обжига.

3. Состояние минерально-сырьевой базы.

Золото является первым металлом, используемым человечеством, который по совокупности свойств не потерял своей значимости до настоящего времени. С древнейших времен золото было символом человеческой силы, значимости, власти, богатства и могущества. Благодаря своей мягкости, пластичности, способности сохранять яркий солнечный блеск оно уже многие тысячелетия является незаменимым для изготовления украшений, ставших знаками величия, богатства. Золото стало первым из металлов который начали добывать из недр около б тыс. лет назад. Наиболее известными районами древнейшей добычи и использования золота являются Египет и районы Средней

Азии, Индии, Китая. Золото быстро стало играть главную роль при развитии древней торговли в качестве общепотребного товара, определенное количество которого могло быть принято за эквивалент ценности любого обычного товара, т.е. играть роль денег.

Первые золотые монеты из высокопробного золота появились в государствах Малой Азии. Это были стотер Креза и дарики царя Персии Дария, изготовленные соответственно в 541 и 522 г. до н.э. весом в 10.8 и 8.4 грамма. После этого золотые монеты появились в Римской Империи, Сирии, Афганистане, Индии, а затем и в Западно-европейских государствах. В России первая золотая монета "злотник" была выпущена в Киевской Руси в 972 г. весом 4,2 г. и червонец - в 1701 г. весом 12,3 г.

В XYII веке появились первые бумажные деньги, обеспеченные золотым эквивалентом. В связи с быстрым развитием экономики в промышленно развитых странах происходит наращивание золотых запасов. К 1950 г. золотой запас США составил 20,2 тыс. т. Запасы золота в СССР к этому времени тоже достигли своего максимума-2050 т, при запасах всех остальных капиталистических и развивающихся стран - 10 тыс. т.

В 1944 г. была утверждена официальная цена в 35 долларов за тройскую унцию

золота (31,1 г.), к 1961 г. эта цена возросла до 42,2 долл., а в 1980 г. достигла максимума- 608 долл. за унцию золота (19,5 долл. за грамм).

При кратковременных всплесках потребности цена повышалась до 850 долларов за унцию золота.

Возрастание спроса на золото и его цены отразилось в увеличении его мировой добычи 1980 по 1991 год с 1250 т до 2116 (табл. 1.1). Увеличение добычи привело к падению его стоимости с 14 долл./г. в 1988 году до около 9 долл./г. в настоящее время (рис. 1.1).

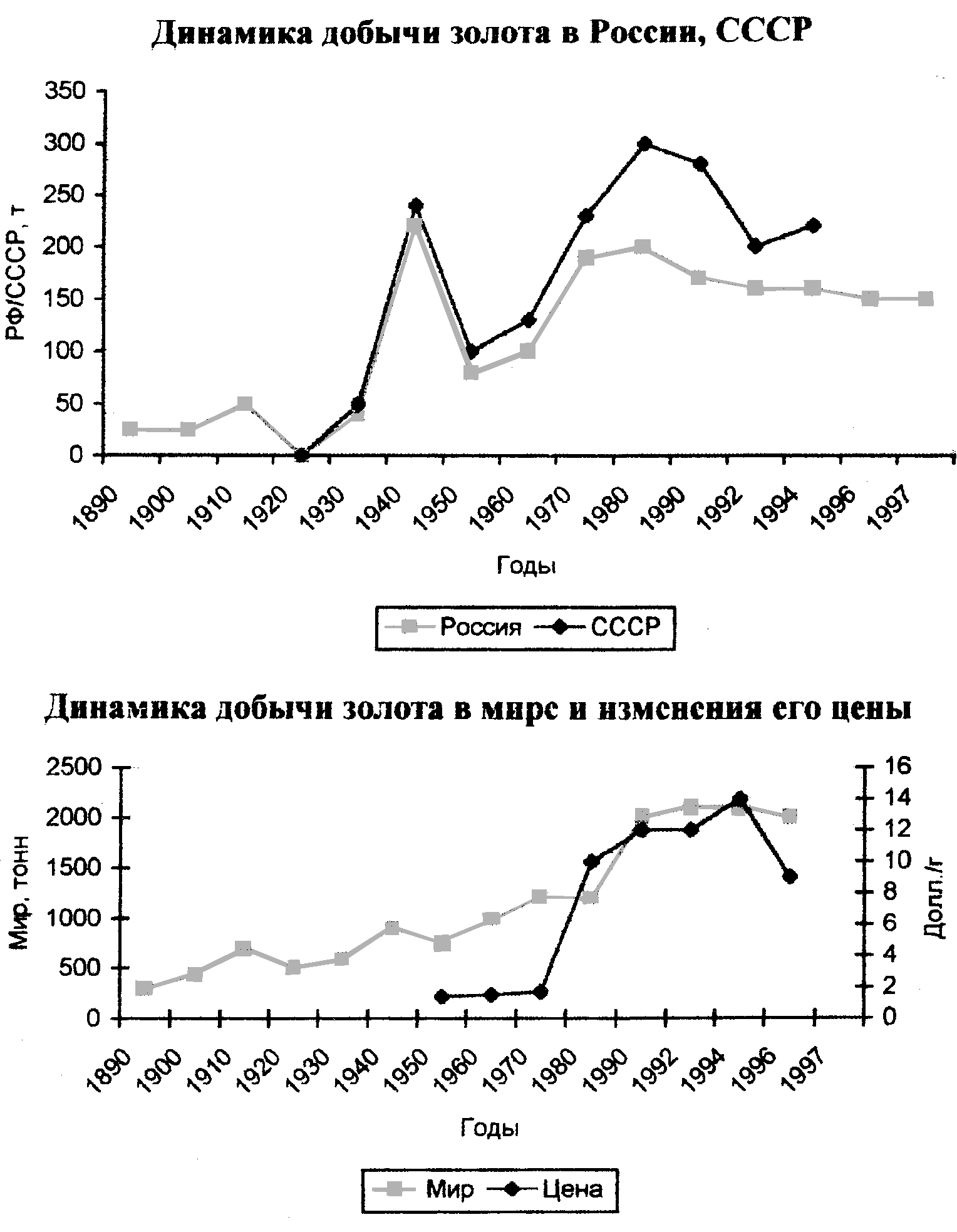


Таблица 1.1.

Динамика мирового производства из недр, его запасы и обеспеченность подтвержденными запасами

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Страны | Производство золота, т | | | | | Запасы, т на 01.01.1996 г. | | Обеспеченность подтвержденными запасами |
|  | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | подтвержденные | общие |  |
| ЮАР | 601,1 | 614,1 | 619,1 | 579,8 | 522,4 | 22000 | 39000 | 42 |
| США | 293,5 | 322,2 | 332,1 | 326,0 | 329,3 | 5050 | 9100 | 15 |
| Австралия | 236,1 | 243,5 | 247,2 | 254,9 | 253,5 | 2450 | 2700 | 10 |
| Канада | 175,3 | 161,4 | 150,9 | 146,4 | 150,3 | 3250 | 4300 | 21 |
| Россия | 143,7 | 134,5 | 144,2 | 136,8 | 127,8 |  |  |  |
| Китай | 73,0 | 80,0 | 88,0 | 98,0 | 108, | 700 | 2000 | 7 |
| Индонезия | 18,4 | 40,4 | 46,3 | 55,3 | 74,1 | 1850 | 2600 | 25 |
| Бразилия | 76,8 | 76,5 | 75,7 | 75,4 | 67,4 | 700 | 3900 | 10 |
| Узбекистан | 75,0 | 64,5 | 66,4 | 64,4 | 63,6 | 2050 | 2800 | 32 |
| Папуа-Н.Гвинея | 60,8 | 71,2 | 61,5 | 60,5 | 54,8 | 1900 | 3030 | 34 |
| Гана | 27,3 | 34,0 | 41,4 | 44,5 | 52,2 | 820 | 1200 | 16 |
| Перу | 15,1 | 15,6 | 27,4 | 39,3 | 51,5 | 200 | 630 | 4 |
| Чили | 32,5 | 33,0 | 38,5 | 43,3 | 44,0 | 630 | 950 | 14 |
| Филлипины | 30,5 | 27,2 | 29,8 | 31,2 | 32,0 | 1000 | 1750 | 31 |
| Зимбабве | 17,8 | 19,9 | 20,7 | 22,5 | 26,1 | 290 | 650 | 11 |
| **Итого:** | **1876,9** | **1938,0** | **1989,2** | **1977,8** | **1957,0** | **42890** | **74160** | **22** |
| **Прочие 75 стран** | **239,4** | **230,3** | **221,4** | **231,8** | **250,7** | **5985** | **12940** | **24** |
| **Итого мир** | **2116,3** | **2168,3** | **2210,6** | **2209,6** | **2207,7** | **48875** | **87100** | **22** |

Несмотря на некоторое снижение добычи золота в 1994-1995 гг. его потребление

постоянно возрастает в связи с увеличением использования ювелирной промышленностью, электроникой и тезоврационным накоплением. Снижение цен на золото объясняется крупными продажами золота Центральными банками ряда стран и валютно-финансовым кризисом в странах Азиатско-Тихоокеанского региона - крупнейших покупателей золота.

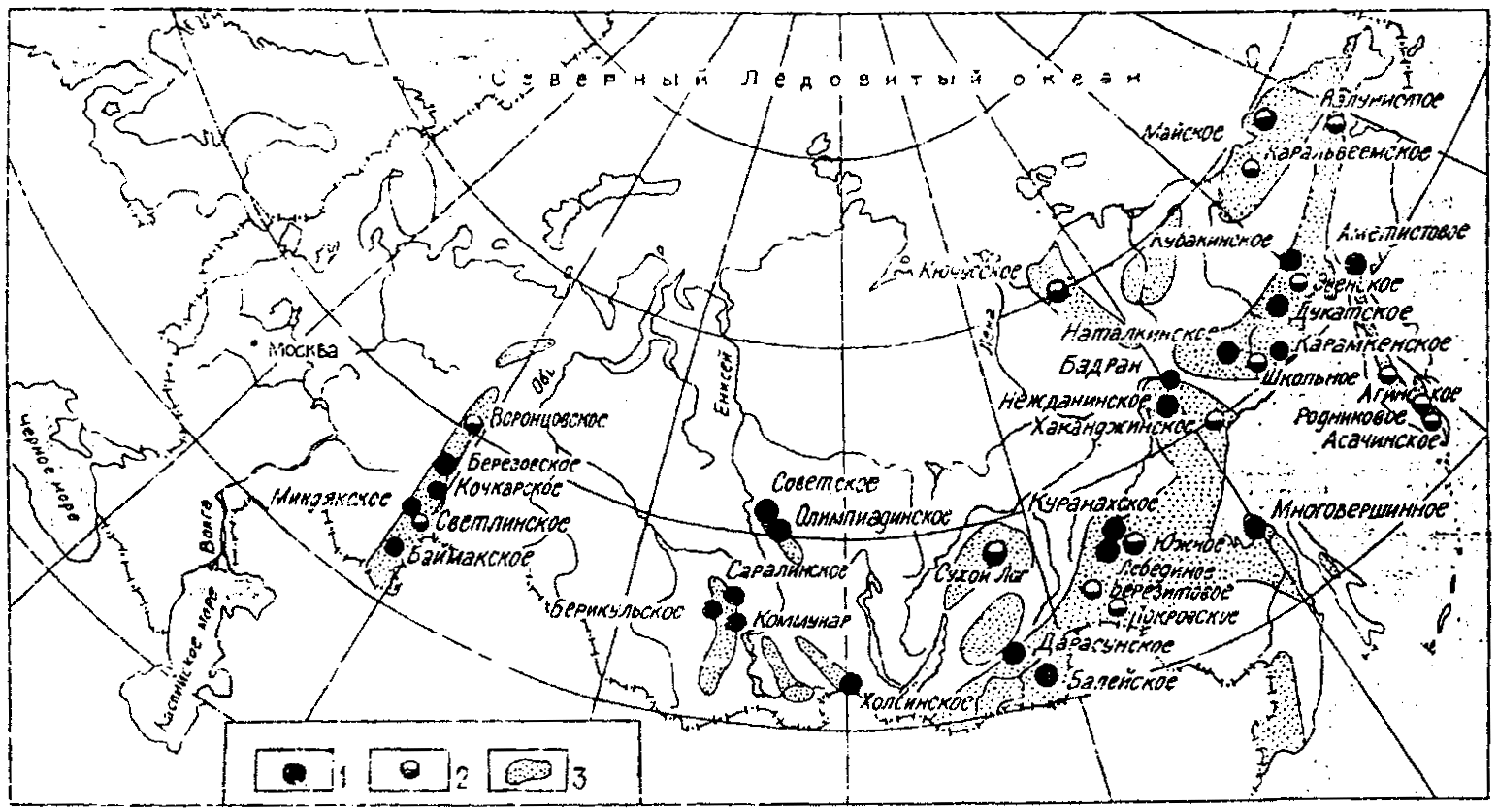
Таким образом, золото потеряло свою роль в качестве мировых денег. Но изменение его рыночной стоимости продолжает существенно влиять на курсы валют многих стран, на цены товаров и экспорт многих мировых держав и в том числе России, на состояние горнодобывающей и других отраслей промышленности, в том числе золотодобывающей. Уменьшение стоимости золота снижает рентабельность его добычи, несет уменьшение доходов от экспорта, повышение импорта зарубежных ювелирных изделий и способствует сокращению собственной ювелирной промышленности.

Возрастание спроса на золото, которое в ближайшей перспективе будет продолжаться, требует дальнейшего увеличения его добычи. В настоящее время по добыче золота Россия занимает шестое место после ЮАР (522 т), США (329 т), Австралии (250 т), Канады (150 т), Китая (127 т), Россия (125т). Золотой запас России к 1915 г. составлял 1338 т. Несмотря на все потрясения Первой мировой войны, революции и вызванные ими потери большого количества золотого запаса к 1953 г. он составлял 2050 т. Однако в последующие годы он начал быстро убывать, и к 1991 г. золотой запас России сократился до 240 т. В последние годы он начал постепенно возрастать: в 1993 г. - 308 т.; в 1996 г.-380 т., а к апрелю 1998 г. достиг 526 т.

Основными поставщиками золота являются россыпные и коренные месторождения, (рис. 1.2).

Размещение основных месторождений золота России

Рис. 1.2



1-разрабатываемых, 2-резервных, 3-россыпных

Распределение добычи золота по субъектам Федерации с отражением динамики по годам приведено в табл. 1.2.

Добыча и производство золота в России в 1991-1997 гг. к.г.

таблица 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Субъекты федерации | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
| **1. Дальневосточный** | **96600** | **92258** | **94602** | **91180** | **82512** | **73432** | **72804** |
| Магаданская обл. | 30388 | 29156 | 28600 | 28183 | 22343 | 20735 | 26440 |
| Республика Саха-Якутия | 32800 | 30515 | 33358 | 31300 | 28759 | 22946 | 19988 |
| Амурская обл. | 10800 | 10222 | 11200 | 11426 | 12418 | 11315 | 9712 |
| Чукотский АО | 14412 | 14417 | 13068 | 11682 | 9790 | 9109 | 9073 |
| Хабаровский край | 7795 | 7514 | 7702 | 7675 | 8358 | 8435 | 6804 |
| Корякский АО | - | - | 75 | 282 | 421 | 418 | 436 |
| Сахалинская обл. | 165 | 190 | 144 | 198 | 2 | 214 | 227 |
| Еврейская АО | - | - | - | - | - | - | 92 |
| Приморский край | 240 | 244 | 455 | 434 | 421 | 260 | 32 |
| **2. Восточно-Сибирский** | **29000** | **26925** | **33487** | **33766** | **32335** | **35014** | **39614** |
| Красноярский край | 6335 | 6533 | 7057 | 7188 | 7047 | 10749 | 16540 |
| Иркутская обл. | 11000 | 7232 | 11925 | 11028 | 11649 | 11802 | 11221 |
| Республика Бурятия | 2600 | 2745 | 3370 | 4184 | 4293 | 4333 | 4741 |
| Читинская обл. | 7800 | 8470 | 8167 | 8732 | 7228 | 5890 | 4620 |
| Республика Хакассия | 1195 | 1483 | 2218 | 1960 | 1343 | 1237 | 1570 |
| Республика Тыва | 70 | 462 | 750 | 674 | 775 | 1003 | 733 |
| Таймырский АО |  |  |  |  |  |  | 177 |
| Ачинский Бурятский АО |  |  |  |  |  |  | 12 |
| **3. Уральский** | **6382** | **5422** | **6081** | **5375** | **5510** | **3400** | **2472** |
| Свердловская обл. | 4077 | 3302 | 3712 | 3115 | 3267 | 1987 | 1470 |
| Челябинская обл. | 1945 | 1714 | 1769 | 1779 | 1609 | 1050 | 847 |
| Респ. Башкорастан | 305 | 320 | 515 | 417 | 566 | 311 | 83 |
| Пермская обл. |  |  |  | 64 | 68 | 52 | 66 |
| Оренбургская обл. | 55 | 86 | 85 |  |  |  |  |
| Западно-Сибирский | 1500 | 1066 | 1727 | 1435 | 1688 | 1365 | 1140 |
| Республика Алтай | 275 | 287 | 319 | 97 | 259 | 405 | 387 |
| Кемеровская обл. | 987 | 608 | 1050 | 848 | 873 | 505 | 350 |
| Новосибирская обл. | 190 | 117 | 143 | 330 | 387 | 306 | 256 |
| Ханты-Мансийский АО |  |  | 15 |  | 125 | 96 | 114 |
| Алтайский край | 48 | 54 | 200 | 160 | 44 | 53 | 37 |
| **4. Северо-Западный** | **218** | **350** | **350** | **175** | **137** | **54** | **53** |
| Республика Коми | 218 | 350 | 350 | 175 | 106 | 46 | 41 |
| Республика Карелия |  |  |  |  | 31 | 8 | 12 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Итого золотодобывающие**  **предприятия** | **133700** | **126021** | **136247** | **131931** | **122182** | **113265** | **116083** |
| **Попутная добыча** | **10000** | **8500** | **7964** | **4887** | **5656** | **6340** | **7854** |
| **Итого добыча из недр** | **143700** | **134521** | **144211** | **136818** | **127838** | **119605** | **123937** |
| **Вторичное золото** | **24400** | **11570** | **5268** | **5760** | **4100** | **2110** | **1638** |
| **Всего по России** | **168100** | **146091** | **149479** | **142578** | **131938** | **121715** | **125575** |

1991-1995 гг. - по данным Роскомгидромета.

1996-1997 гг. - по данным Минфина России.

Из таблицы видно, что из всех 29 золотодобывающих районов 11 основных дают

112 тонн добычи, или 90%. В 6 районах продолжается устойчивый спад и лишь в 3 районах наметился прирост производства. Это Магаданская область (26,4 т). Красноярский край (16,5 т) и Республика Бурятия (4,7 т). Именно эти районы увеличили золотодобычу, благодаря высокоэффективному освоению коренных месторождений новыми компаниями: месторождение Кубака в Магаданской области Омолонской золоторудной компанией, добывшей в 1997 г. почти 9 т золота, и Олимпиадинского месторождения в Красноярском крае, где Северо-Енисейской компанией добыто 13,5 т золота. Эти два месторождения стали крупнейшими поставщиками золота в России, отодвинув ранее занимавшее первое место Куранахское месторождение (около 5 т в год) в Республике Саха (Якутия). Эта республика, ранее занимавшая по добыче золота

в России 1-е место (33 т в 1991 г.) снизила добычу в 1997 г. почти до 20 т.

Основные характеристики наиболее крупных золоторудных месторождений России приведены в табл. 1.3

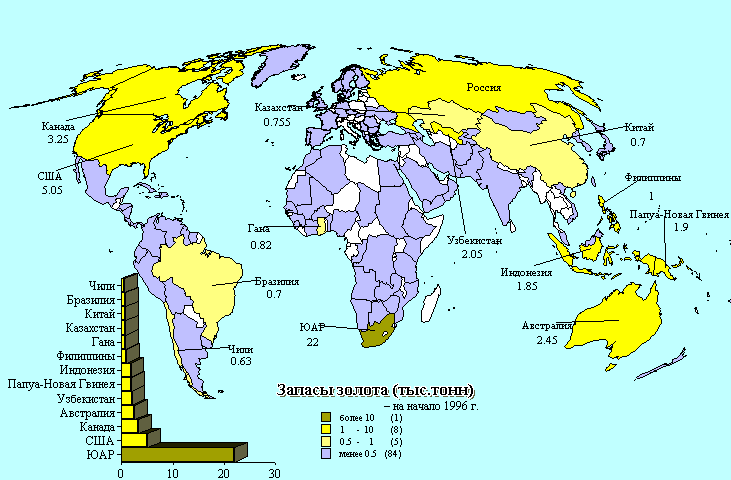
Таблица 1.3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| М-е | Субъект федерации | Геотектоническое положение | Вмещающие породы | возраст оруденения | Добыто Au/ запасы | С Au, г/т | Морфологический тип | Рудная формация | Основные формы Au | Пробность Au | Попутные компоненты | Технолог. хар-а руд |
| Сухой лог | Иркутская обл. | Эпимиогеосинклинали | Углеродистые сланцы, алевролиты | 320 | 0/1100 | 2,8 | штокверковый | Золотоварц-сульфидная | Свободно сростковое | 900-960 | Pt, Pd | обогатимые |
| Нежданинское | Саха-якутия | Эпимиогеосинклинали | Глины, сланцы, алевролиты | 80 | 10/500 | 5,1 | Прожилковые вкрапленные зоны | Золото  сульфидная кварцевая | Свободное дисперсное | 680-840 | Ag-2000 т, As | Трудно обаготимые |
| Березовское | Свердловская обл. | Эпимиогеосинклинали | гранодиориты | 260 | 340/40 | 2,4 | Жилы  Прожилковые вкрапленные зоны | Золото-пирит кварцевая | Дисперсное в пирите | 800-900 | - | обогатимые |
| Балейское | Читинская обл. | ТМА склад. области | конгломераты | 120 | 310/40 | 2,5 | Жилы, жльно-прожилковые тела | Золото-адуляр кварцевая | Свободно сростковое | 650-750 | Ag, Te | обогатимые |
| Зона Южная | Саха-якутия | ТМА щита | гнейсы | 140 | 0/300 | 1,0 | жилы | Золото-урановая | Дисперсное в пирите | 700-760 | U-320000 т  Ag-5500 т | обогатимые |
| Куранахское | Саха-якутия | ТМА щита | Песчано-глинистые | 140 | 250/50 | 3,6 | Вторичные золотоносные скарны | Первичная-Au адуляр-пирит-кварцевая | Дисперсное в пирите, свободное | 700-720 | Ag, Au | обогатимые |
| Майское | Чукотская АО | Эпимиогео-синклинальная | Глины. Сланцы, алевролиты | 80 | 0/300 | 12,0 | Прожилково-вкрапленные зоны | Золото-кварц-сульфидная | Дисперсное в арсенопирите, свободное |  | As | Трудно обаготимые |
| Наталинское | Магаданская область | Эпимиогео-синклинальная | Глины. Сланцы, алевролиты | 120 | 80/250 | 4,4 | Жильно-прожилковые зоны | Золото-кварцевая | Свободное | 620-800 |  | легкообогатимые |
| Дарасунское | Читинская обл. | ТМА склад. области | Габбро-диориты, грано-диориты | 165 | 100/60 | 14,5 | Жилы  Жильно-прожилковые зоны | Золото-сульфидная кварцевая | Свободное, дисперное, электрум | 685-925 | Ag, Cu | обогатимые |
| Кючусское | Саха-якутия | Эпимиогео-синклинальная | Глины. Сланцы, алевролиты | 50 | 0/150 | 8,7 | Жильно-прожилковые зоны | Золото-кварц-сульфидная | Дисперсное в арсенопирите | 800-925 | As, Sb, Hg | Трудно обаготимые |
| Советское | Краснодарский край | Эпимиогео-синклинальная | Филлиты, алевролиты | 780 | 70/60 | 5,0 | Жильно-прожилковые зоны | Золото-кварцевая | Свободное | 930 |  | легкообогатимые |
| Олимпидианское | Краснодарский край | Эпимиогео-синклинальная | Слюдистые сланцы, мрамора | 780 | 30/120 | 5,0 | Прожилково-вкрапленные | Золото-кварц-сульфидная | Дисперсное в арсенопирите  Свободное |  | W, Ag, Sb, As,  Слюда | Трудно обаготимые |
| Многовершинное | Хабаровский край | Вулканно-плутонический пояс | андезиты | 70 | 0/100 | 8,0 | Жильные зоны | Золото-кварцевая | Свободное, теллуриды | 650-935 | Ag>200 т  Te | обогатимые |
| Зун-Холбинское | Бурятия | Эпимиогео-синклинальная | Кварц-серицит хлоритовые сланцы | 418 | 10/100 | 11,0 | Жильно-прожилковые зоны | Золото-сульфидная кварцевая | Свободное | 840-980 | Ag, Pb, Zn | обогатимые |
| Лебенское | Саха-Якутия | ТМА щита | Известняки, доломиты | 140 | 40/60 | 20,2 | Послойные залежи, жилы | Золото-сульфидная | Свободное, дисперсное | 900-930 | Cu-15000 т  Ag-100 т | обогатимые |
| Аметистовое | Камчатская обл. | Вулканно-плутонический пояс | Андезиты | 50-32 | 0/100 | 17,0 | Жильный | Золото-адуляр-кварцевая | Свободное |  | Ag-240 т | легкообогатимые |
| Кубакинское | Магаданская обл. | Вулканно-плутонический пояс | Туфо-конгломераты | 312-90 | 20/80 | 23,0 | Жильно-прожилковые зоны | Золото-адуляр-кварцевая | Свободное |  | Ag-100 т | легкообогатимые |
| Дукатское | Магаданская обл. | Вулканно-плутонический пояс | риолиты | 84-74 | 30 |  | Жильно-прожилковые зоны | Золото-серебро-адуляр кварцевая | Свободное |  | Ag-16000 т  500 г/т | обогатимые |
| Итого запасы | Золота | Отработанные |  | 1260 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Остающиеся |  | 3440 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Общие |  | 4700 | 5,6 |  |  |  |  |  |  |  |
|  | серебра |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 24140 |  |

Использованы данные Константинова М.М. (1998), Беневольского Б.И. (1995)

Мировые запасы золота

Рис. 1.3



Мировые запасы золота, по данным информационно-аналитического центра "Минеральные ресурсы Мира", оценены в 87,1 тыс. т, включая разведанные запасы 48,9 тыс. т. (рис. 1.3)

Наибольшее количество запасов - 42,1% сосредоточено в метаморфических месторождениях уран-золотоносных конгломератов (Витватерсранд в ЮАР, Тарква в Гане, Жакобина в Бразилии). В группе гидротермальных золоторудных месторождений наиболее значимыми по запасам - 10,5% являются эпитермальные золото-серебряные и юлото-теллуридные, пространственно связанные с вулканотектоническими постройками (Лихир, Поргера в Папуа Новой Гвинее, Раунд-Маунтин в США, Дукат, Многоверинное, Аметистовое в России и др.). Следующими по значимости (7,2% общих мировых запасов) является группа месторождений, залегающих в древних зеленокаменных поясах (Калгурли в Австралии, Паркьюпайн и Хемло в Канаде, Колар в Индии и др.).

Третьим по запасам золота - 6,3% является тип прожилково-вкрапленных гидротермальных месторождений, залегающих в терригенных углеродистых формациях (Хоумстайк - США, Мурунтау - Узбекистан, Ашанти - Гана, Сухой Лог, Нежданнинское Россия и др.).

И последним в классе гидротермальных месторождений выделяется «карлинский»

тип пластовых месторождений, залегающих в терригенно-карбонатных формациях – 4,7% запасов золота. Из экзогенных собственно золотых месторождений золотоносные россыпи содержат около 5% запасов золота.

Второе место по запасам золота - 12,6% приходится на золотосодержащие руды в

комплексных месторождениях других металлов, главным образом, медно-порфировых.

В третью группу по запасам - 1 1.6% включены второстепенные золоторудные месторождения. Среди них отмечается возрастающая роль золотоносных кор выветривания.

4. Приуроченность месторождений к основным структурным элементам земной коры.

Месторождения золота различных генетических типов известны на всех континентах. Закономерности их размещения и условия формирования существенно уточняются новыми результатами исследования структуры дна океанов, данными по неотектонике, исследованиями Земли из космоса, изучением лунного грунта. Эти данные открыли новые возможности в познании древнейших этапов развития Земли. М. В. Муратовым (1975) выделены пять крупнейших этапов ее развития с присущими каждому из них особенностями, определяющими условия образования, закономерности пространственного размещения различных месторождений полезных ископаемых, в том числе золоторудных.

На первом и втором этапах (4,5-3,8 млрд. лет) образовалась базальтовая земная кора с интенсивным развитием вулканической деятельности. Поверхность Земли напоминала современную лунную с огромным количеством вулканических конусов, кратеров взрыва, больших лавовых полей. Этот период развития был неблагоприятен для проявления концентрации золота.

Третий этап (3,8-1,6 млрд. лет) развития земной коры связан с образованием фундамента древних платформ, т.е. самой древней гранитно-метаморфической земной коры.

В это время формируются наиболее древние протоконтиненты - архейские кратоны с полями развития гранитогнейсов и зеленокаменными поясами; образуются протогеосинклинальные складчатые пояса, крупные эпикратонные впадины, заполненные слабометаморфизованными толщами молассоидных, пролювиальных, аллювиальных и

дельтовых фаций; появляются области протоактивизации.

Во всех выделенных геотектонических элементах древних платформ сформировались крупные и уникальные рудные поля и месторождения редких, радиоактивных и благородных металлов. Следует обратить особое внимание на то, что эти месторождения в большинстве случаев многокомпонентных руд и при их промышленной оценке следует учитывать возможность комплексного извлечения всех полезных компонентов - основных и сопутствующих.

Редкометальные пегматиты в древних гранито-гнейсовых куполах обогащены Li, Cs, Та. В зеленокаменных поясах, сложенных толеитами, коматиитами и другими ультра-

основными породами содержатся крупные запасы Си, Ni, Cr, Pt, Au.

В эпи- и перикратонных впадинах находятся крупные месторождения золота и ура-

на. В протогеосинклинальных поясах залегают уникальные по запасам и содержанию

урана месторождения типа "несогласия", иногда с Au, Ni, Со, V, Pt. Особенно благоприятны для формирования крупных комплексных месторождений редких, благородных металлов и урана области протерозойской тектономагматической активизации. Это крупные месторождения редкометальных карбонатитов; редкометальных месторождений в массивах щелочных гранитов, щелочно-ультраосновных, нефелин-калишпатовых пород, сиенитов.

Как известно, в породах древних платформ сосредоточено около 75% всех запасов

золота.

Четвертый этап эволюции земной коры связан с развитием геосинклинально-

складчатых поясов между древними платформами и с образованием гранитной коры. Этот этап охватывает 1400 млн. лет (1600-240 млн. лет) и заканчивается формированием складчатого основания молодых платформ. Складчатые пояса - это зоны высокой подвижности, большой мощности отложений, повышенной проницаемости земной коры. Их протяженность измеряется тысячами километров при ширине до 2—3 тыс. км. Они разделяют устойчивые плиты литосферы - континентальные и океанические и по времени образования относятся к позднедокембрийской и фанерозойской истории Земли. Это Тихоокеанский, Средиземноморский, Северо-Атлантический, Урало-Охотский,

Арктический пояса. Их развитие завершилось в конце палеозоя - начале мезозоя, а развитие Тихоокеанского и Средиземноморского поясов продолжается и в современную эпоху.

Выделяют два основных типа геосинклинальных поясов. Подвижные пояса глобального масштаба - окраинно-континентальные, возникающие на границе литосферных плит (океанической и континентальной) с системой окраинных морей, островных дуг и глубоководных желобов (Западно-Тихоокеанский и Восточно-Тихоокеанский пояса).

К межконтинентальным поясам относятся Средиземноморский, Урало-Охотский

и др.

В первом выделяются подвижные пояса эвгеосиклинального типа. В их разрезе присутствуют гипербазиты, габброиды, амфиболиты, зеленосланцевые фации, покровные базальты.

Типичные миогеосинклинали располагаются в пределах континентальных геоблоков на подводных окраинах континентальных платформ. В их составе преобладают терригенные и карбонатные породы, характерна относительно слабая подвижность.

Развитие геосинклинальных поясов происходило неравномерно, что проявилось в чередовании погружений и поднятий. Это послужило основанием для выделения соответствующих этапов развития, называемых циклами. В развитии позднедокембрийских и фанерозойских поясов различают циклы: гренвильский (1350-1000 млн. лет), байкальский (1000-550 млн. лет), каледонский (550-400 млн. лет), герцинский (400-210 млн. лет), киммерийский или мезозойский (210-100 млн. лет), альпийский (100-0 млн. лет).

В пределах геосинклинальных поясов выделяют крупные геотектонические таксоны: геосинкяинальные системы и срединные массивы. Геосинклинальные системы -

это отчетливо линейные структуры протяженностью более тысячи км, которые располагаются между платформой и срединным массивом, либо занимают все пространство между двумя платформами. По наличию или отсутствию связанных с ними магматических, главным образом, вулканических проявлений различают вулканические эвгеосинклинали и авулканические - миогеосинклинали.

Важными структурными элементами складчатых поясов являются срединные массивы. По определению А. Л. Яншина это устойчивые участки земной коры, которые сохранили платформенный или близкий к платформенному характер развития, когда вокруг них формировались геосинклинали. Это остатки той структурной поверхности,

на которой наложились геосинклинальные прогибы данной складчатой области. Им присущи своеобразные особенности геологического развития и металлогении. Многие исследователи выделяют срединные массивы как самостоятельные структурные элементы земной коры, сопоставимые с платформами и геосинклиналями. Фундамент большинства срединных массивов имеет раннедокембрийский возраст. На поверхности фундамента часто формируются отдельные геосинклинальные прогибы. Они отличаются от прогибов геосинклинальных систем более коротким периодом развития и меньшими размерами. Подобные прогибы выделяются в пределах Чешского срединного массива (Баррандиенский), Западно-Саянского и др.

Каждый из выделенных геотектонических таксонов геосинклинальных поясов обладает присущей ему металлогенической специализацией.

В пределах срединных массивов формируются крупные золоторудные месторождения.

Миогеосинклинальные зоны контролируют положение многих золоторудных месторождений, часто с крупными запасами руд. В эвгеосинклинальных зонах формируются месторождения металлов платиновой группы и золота. В вулканических поясах обстановка благоприятная для формирования крупных серебряных и золотосеребряных месторождений.

Во многих рудных провинциях известны месторождения урана, золота и редких элементов. Они сближены в пространстве, но, как правило, формируются в разное время.

В срединных массивах известны характерные жильные золоторудные месторождения в березитах, месторождения редкометальных пегматитов и редкометальных грейзенов.

Благоприятными геотектоническими обстановками для формирования крупных золоторудных месторождений являются миогеосинклинальные зоны. С ними связана группа коренных золоторудных месторождений в обрамлении Сибирской платформы, уникальные месторождения Кызыл-Кумской рудной провинции (Мурунтау), Австралии

(Бендиго), США (Хоумстейк) и другие.

В эвгеосинклинальных областях известны месторождения платиноидов в офиолитовых хромсодержащих дунит-клинопироксенитовых массивах, золоторудные месторождения в вулканогенно-осадочных комплексах (Березовское, Кочкарское).

Своеобразными геотектоническими единицами складчатых областей являются вулкано-плутонические пояса, занимающие внутреннее положение по отношению к новообразованным складчатым сооружениям. Структура вулкано-плутонических поясов нередко осложняется грабенами-рифтами. Это области активного проявления континентального вулканизма, продукты которого представлены чередованием лав, пирокластов, субвулканических и субинтрузивных образований. С ними связано образование крупных золотосеребряных месторождений с повышенными содержаниями олова, свинца, меди, кобальта и никеля (месторождения Потоси, Хаканджа, Карамкен, Дукат и др.)

Пятый этап проявился в образовании современной континентальной и океанической коры и развитии эпиплатформенного орогенеза (240—0 млн. лет). Для этого мезозойского этапа развития важное металлогеническое значение имеет проявление тектоно-магматической активизации ранее стабилизированных блоков Земли. С достигшей в этот период своего максимального развития активизацией связано образование таких важнейших рудных районов России, как Норильский - медь-никель-кобальт-платиноидный. Забайкальский - редкометально-золото-урановый и Центрально-Алданский золото-урановый.

В каждом из этих районов мезозойская тектоно-магматическая активизация проявилась в пределах жестких блоков земной коры, имеющих разное геотектоническое положение с различной предшествующей историей своего формирования. В Норильском районе активизация затрагивает краевую часть Сибирской платформы, в Центрально-Алданском - выходящий на поверхность на Алданском щите и его периферии кристаллический фундамент Сибирской платформы, а в Забайкальском — складчатое основание Монголо-Охотской палеозойской складчатой области.

Для золота из месторождений, залегающих в породах чехла, наиболее характерны его россыпные месторождения. До последних лет доля золота, добываемого в России из россыпей, как и ранее в СССР, превышала 70%. Лишь в 1998 г. эта величина снизилась до 60%.

Россыпные месторождения платиноидов пока что играют подчиненную роль. На их долю приходится всего около 5% ресурсов и около 20% добычи.

1. Металлогения.

Наиболее древние месторождения золота находятся в архейских зеленокаменных поясах Канадского щита, Африки, Индии, Западной Австралии. Концентрации золота приурочены к колчеданным месторождениям, залегающим среди зеленокаменных вулканогенных толщ, а также связаны с комплексами гранитоидов, завершавших формирование зеленокаменных поясов.

На ранней стадии развития эвгеосинклиналей возникали лишь мелкие концентрации золота в колчеданных и скарновых рудах. Главные месторождения золота образовались в орогенную стадию развития геосинклиналей. Гидротермальные месторождения золота связаны с гипабиссальными комплексами малых интрузий и даек (плутоногенные гидротермальные месторождения) и вулканогенно интрузивными комплексами андезит-липаритовой формации (золото-серебряные месторождения).

В платформенных условиях на разных этапах развития земной коры возникли россыпные месторождения. Древние россыпи были метаморфизованы.

В областях тектоно-магматической активизации месторождения золота образовались в связи с комплексами малых интрузий и с субвулканическими комплексами вулканических поясов.

Для золотых месторождений выделяются четыре металлогенические эпохи: архейская (месторождения зеленокаменных поясов), протерозойская (золотоносные конгломераты Витватерсранда, ЮАР и другие районы), палеозойская (многие каледонские и герцинские гидротермальные месторождения Средней Азии, Казахстана, Западной Сибири) и мезокайнозойская (плутоногенные золотые и вулканогенные золото-серебряные месторождения Тихоокеанского пояса, Карпат и др.)

В пределах Тихоокеанского металлогенического золотого пояса выделяется ряд рудных провинции: Охотско-Чукотская, Приамурская, Забайкальская, Якутская и др.

Кроме того, известны провинции: Среднеазиатская, Уральская, Енисейского кряжа России. Ряд провинций имеется и на Африканском континенте. Наиболее значительные золоторудные районы—Витватерсранд (ЮАР), Норанда и Поркьюпайн (Канада), район Калифорнии и Хомстейк (США), Каргурли (Западная Австралия), Колар (Индия).

По условиям образования золоторудные месторождения разделяются на эндогенные, экзогенные и метаморфизованные.

Эндогенные месторождения широко распространены и являются основным источником добычи золота.

По минеральному составу руд эндогенные месторождения золота объединяются в следующие основные формации:

Золотокварцевая и золото-сульфидно-кварцевая формации. Золото в рудах в основном свободное в кварце, частично—в сульфидах и характеризуется неравномерным распределением. В зависимости от состава сульфидов в этих формациях выделяются различные минеральные типы. Месторождения представлены жилами, жильными зонами и штокверками, формировавшимися в условиях средних глубин в осадочных, вулканических, интрузивных и реже метаморфических породах.

Золотосульфидная формация. В составе руд главную роль играют пирит, халькопирит, арсенопирит, пирротин, сфалерит и галенит в переменных количествах. Золото тесно связано с сульфидами. Месторождения этой формации представлены зонами вкрапленности золотоносных сульфидов в осадочных и эффузивно-осадочных толщах. Нередко они тяготеют к существенно углистым или графитистым сланцам.

Золото-карбонат-сульфидная формация объединяет месторождения типа залежей, жил, гнездового или вкрапленного оруденения в карбонатных толщах и образующихся по ним метасоматитах.

Золото-силикатная (скарновая) формация. Месторождения представлены скарновыми залежами с наложенной сульфидной или золотой минерализацией и связаны с контактовыми ореолами палеозойских реже мезозойских гранитондных массивов.

Золото-халцедоново-кварцевая (золото-серебрянная) формация характеризуется высокой серебристостью золота и обилием собственно серебряных минералов (сульфидов, сульфосолей); для некоторых из них характерны теллуриды. Золото-серебряные мссторождения — жилы, минерализованные и жильные зоны, штокверки — формируются, как правило, в близповерхностных условиях в связи с наземным вулканизмом.

В соответствии с количеством сульфидов, присутствующих в рудах, эндогенные месторождения разделяют на убого-сульфидные (до 2%), малосульфидные (до 5%), умеренно-сульфидные (5—20%) и существенно сульфидные (более 20 %).

Помимо перечисленных рудных формаций, представляющих собственно золоторудные месторождения, золото является важным полезным компонентом многих эндогенных комплексных месторождений—главным образом меднопорфировых, медноколчеданных, колчеданно-полиметаллических, медно-никелевых и др.

6. Промышленные типы месторождений.

Основные промышленные типы золоторудных месторождений следующие:

1) пластовые месторождения золотоносных метаморфизиванных конгломератов: районы Витватерсранда (ЮАР), Ганы, Танзании;

2) золото-кварц-сульфидные месторождения в крупных разрывных нарушениях: Колар (Индия), Керклейд-Лейк (Канада)

3) жильные золото-кварцевые и золото-кварц-сульфидные месторождения: Березовское, Кочкарское, Дарасунское, Степняк (СССР), месторождения Калифорнии (США) и многие

другие;

4) золото-кварцевые месторождения, представленные многоярусными седловидными залежами: Бендиго и другие в Австралии;

5) штокверковые золото-кварцевые и золото-кварц-сульфидные месторождения: Мурунтау;

6) столбообразные золото-кварц-сульфидные месторождения: Хомстейк (США);

7) золотые и серебро-золотые теллуридные месторождения: Крипл-Крик (США) и др.;

8) пластообразные месторождения с тонкодисперсной золотой и или золото-сульфидной минерализацией: Карлин (США), некоторые месторождения Алдана (Россия);

9) россыпные месторождения золота СССР, Колумбии, США, Канады и других стран.

К второстепенным типам относятся: 1) золотосодержащие сульфидные медно-никелевые, медно-колчеданные, колчеданно-полиметаллические, полиметаллические, медно-порфировые, сурьмяные и другие месторождения с попутным извлечением золота; 2) золото-серебряные руды зоны окисления колчеданных, медно-колчеданных, колчеданно-полиметаллических месторождений.

В других странах главный промышленный тип — пластовые месторождения метаморфизозанных конгломератов (63 % всех запасов и 73 % добычи золота).

Коренные гидротермальные месторождения (второй—восьмой типы) также являются важным источником золота. На них приходится 25—30 % запасов и 20—25 % добычи этого металла. Роль россыпей невелика. Из них добывают не более 1,5 % золота. Попутно при переработке золотосодержащих руд в иностранных странах получают 5-10 % золота.

В России разрабатываются месторождения второго, третьего, пятого, седьмого, восьмого и девятого типов. Россыпи продолжают оставаться важным источником золота.

Коренные месторождения с запасами золота до 15 т считаются мелкими, с запасами 15—30 т—средними, 30—100 т - крупными и свыше 100 т—очень крупными и уникальными.

Россыпные месторождения с запасами золота до 5 т считаются мелкими, 5—10 т—средними и свыше 10 т—крупными.

Основные типы

Тип первый.

Пластовые месторождения золотоносных метаморфизованных конгломератов.

Месторождения золота, иногда с ураном, связанные с докембрийскими конгломератами, известны в ЮАР, Гане, Бразилии и других странах. Описание геологического строения их приведено в работе Ф. Н. Кренделева. Рудоносные конгломераты хорошо выдерживаются на больших площадях и занимают в разрезе толщ определенное стратиграфическое положение. Мощность пластов конгломератов не превышает 3 м. Галька в них хорошо окатана и представлена кварцем, кварцитом, яшмой и кремнем. На долю галек приходится 60—70 % объема породы. Цемент кварц-серицитовый с пиритом.

Форма пластовых рудных тел в конгломератах лентообразная. Золото находится в цементе конгломератов, является самородным и заключено в пирите. Содержание его в промышленных рудах 7—15 г/т. Извлечение золота из руд очень высокое и достигает 98 %.

Обладая огромными запасами золота, простым минеральным составом и несложной технологией переработки руд, месторождения описываемого типа поставляют 2/3 добычи золота других стран и тем самым оказывают решающее влияние на их золотодобывающую промышленность. К данному типу относятся месторождение Витватерсранд (ЮАР).

Тип второй.

Золото-кварц-сульфидные месторождения в крупных разрывных нарушениях

К протяженным разломам и зонам рассланцевания приурочены крупные и весьма крупные месторождения зарубежных стран. В качестве примеров следует отметить такие, как Колар (Индия), район Поркьюпайн (Канада). В России к месторождениям описываемого типа относятся Кумакское (Урал) и др. Рудовмещающие разломы обычно крутопадающие и прослеживаются по простиранию на 8—10 км и более. К этим же разломам приурочены пояса даек кислого, среднего и основного состава. Строение рудоносных разломов определяется тем, что к наиболее крупным разрывам приурочены жилообразные рудные тела, между которыми развита прожилково-вкрапленная минерализация. Рудные столбы образовались в местах наиболее интенсивной трещиноватости, изгиба разрывов, пересечения их поперечными разрывными нарушениями, а также в связи с элементами складчатой структуры вмещающих пород. Вертикальный размах оруденения весьма значительный и достигает 4 км (Колар в Индии).

Руды золото-кварцевые и золото-кварц-сульфидные. Золото в них самородное, а также находится в форме теллуридов. Содержание его в рудах зарубежных месторождений составляет в среднем 15 г/т.

Тип третий.

Жильные золото-кварцевые и золото-кварц-сульфидные местрождения.

Гидротермальные жильные месторождения золота широко распространены и находятся в разнообразной геологической обстановке. Они приурочены к поясам распространения малых интрузий и даек; залегают в осадочных, вулканических, метаморфических породах, интрузивных массивах и дайках. Жилы приурочены к одной, двум и более системам трещин преимущественно сколового типа. Масштаб жил различный, зависит от геологической обстановки.

В зависимости от минерального состава руд различают золото-кварцевые и золото-кварц-сульфидные месторождения березитизацией и лиственитизацией вмещающих пород. Примерами первых являются месторождения России (Березовское, Коммунар, Ленский район), Австралии (Калгурли), США (месторождения Калифорнии), Ганы и др. К золото-кварц-сульфидным относится ряд месторождений России (Степняк, Кочкарское, Дарасунское), Канады, США. В золото-кварцевых рудах количество сульфидов невелико и не превышает нескольких процентов. Представлены они пиритом, пирротином, галенитом, сфалеритом, халькопиритом; присутствует блеклая руда. Золото находится как в самородной форме, так и в виде теллуридов.

В золото-кварц-сульфидных рудах количество сульфидов в жильном выполнении достигает 30 %. Представлены они пиритом, арсенопиритом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом; присутствуют сульфосоли серебра, сурьмы, минералы висмута, теллуриды. Золото самородное и субмикроскопическое в сульфидах.

Тип четвертый.

Золото-кварцевые месторождения, представленные многоярусными седловидными залежами.

Месторождение Бендиго (Австралия) приурочено к системе меридиональных подобных складок, сложенных песчано-сланцевой толщей силурийских пород, прорванных дайками лампрофиров и осложненных разравными нарушениями. Рудные тела представлены седловидными залежами в шарнирах антиклинальных складок, пластообразными залежами в шарнирах антиклинальных и очень редко синклинальных складок, пластообразными залежами, приуроченными к согласным надвигам, и секущими жилами.

Тип пятый.

Штокверковые золото-кварцевые и золото-кварц-сульфидные месторождения.

Гидротермальные штокверковые месторождения золота известны в Средней Азии (Мурунтау), Енисейском кряже, Казахстане, Восточном Забайкалье (Ключи) и др. Приурочены они к зонам разрывных нарушений и находятся на участках сближенных разрывов, развития оперяющих трещин, в клиновидных тектонических блоках в осадочных, метаморфических, интрузивных породах. Для рудных полей характерно наличие даек кислого, среднего, основного состава, лампрофиров. Руды штокверковых месторождений, так же как и жильных, золото-кварцевые и золото-кварц-сульфидные. Содержание золота ниже, чем в жилах, но распределение его более равномерное.

Тип шестой.

Столбообразные золото-кварц-сульфидные месторождения. Месторождение Хомстейк (Южная Дакота, США) уникально. Площадь его сложена породами докембрия (филлиты, кристаллические сланцы, кварциты), смятыми в изоклинальные складки с крутопогружающимися шарнирами и осложненными системой продольных разрывных нарушений, зон дробления и даек.

Главное рудное тело столбообразной формы приурочено к шарниру одной из складок и залегает среди карбонат-хлорит-кварцевых кристаллических сланцев. При горизонтальном поперечном размере 150-200 м оно вскрыто горными выработками на глубину на глубину более 2,5 км. Руды золото-кварц—сульфидные. Количество сульфидов составляет 7-8% рудной массы. Главные среди них - пирротин, пирит, арсенопирит. Кроме того, в рудах отмечаются галенит, керит, сидероплизит, кальцит, альбит, серицит, флюорит. К данному типу также относятся месторождение Моро-Велью (Бразилия).

Тип седьмой.

Золотые и серебро-золотые теллуридные месторождения.

Месторождения этого типа обычно распространенны в палеовулканических областях андезит-липаритовой формации: районы Крипл-Крик и Сильвертон в Колорадо (США), месторождения Мексики, Карпат, Северо-Востока и Приамурья (Россия). Они часто приурочены к вулканическим сооружениям, обладают разнообразной и сложной морфологией рудных тел. Минеральный состав руд также достаточно сложен. В них присутствуют самородное золото и серебро, их теллуриды, а иногда и селениды, а также различные сульфиды и сульфосоли. Руды богатые. Серебро в них всегда преобладает над золотом в десятки, а некоторых месторождениях и в сотни раз. Проба золота невысокая. Околорудные изменения вмещающих пород выражены окварцеванием, пропилитизацией, альбитизацией, серицитизацией, аргиллитизацией.

Тип восьмой.

Пластообразные месторождения с тонкодисперсной золотой или золото-сульфидной минерализацией.

Месторождение Карлин находится в северной части штата Невада (США). Площадь его сложена пологозалегающими осадочными породами ордовика (алевролиты), силура (алевролиты и мергелистые известняки, обогащенные органическим веществом и пиритом) и девона (известняки с прослоями доломитов). Осадочные толщи прорваны небольшим массивом кварцевых диоритов и дайками кварцевых порфиров мелового возраста. Разрывные нарушения представлены крутопадающими разломами и пологим надвигом в зоне контакта силурийских и девонских отложений. Месторождение Карлин гидротермальное, низкотемпературное. Среднее содержание золота в руде порядка 10 г/т, а запасы около 110 т. Рудное тело отрабатывается карьером.

Тип девятый.

Россыпные месторождения золота.

Золотоносные россыпи во многих районах мира почти выработаны. Распространенны в Колумбии, США, Канаде. В России районы россыпей развиты: Северо-Восток, Ленский (р. Бодайбо), Алдан, Забайкалье, Дальний Восток, Енисейский кряж.

Среди древних (мезозойских, палеогеновых и неогеновых) и молодых (четвертичный и современных) россыпей различных генетических типов главное промышленное значение имеют аллювиальные россыпи, погребенные под рыхлыми речными отложениями. На Северо-Востоке страны развиты аллювиальные россыпи современной речной сети. Они расположены в условиях среднегорного расчлененного рельефа. Долины рек врезанные, хорошо проработанные. Мощность рыхлых долинных отложений невелика, а мощность золотоносных пластов значительно колеблется.

7. Особенности месторождений влияющих на разведку и оценку.

Технологические свойства руд месторождений золота отличаются большим разнообразием. Наибольшее значение имеют следующие признаки, определяющие технологию переработки:

- характеристика содержащегося в руде золота (крупность, форма нахождения, характер ассоциации с рудными и нерудными минералами, состояние поверхности частиц);

- комплексность руд, т. е. содержание в руде наряду, с золотом других полезных компонентов, имеющих промышленное значение;

- степень окисленности руд, где процентное соотношение окисленных и сульфидных минералов;

- наличие в руде компонентов, существенно осложняющих технологию переработки;

По крупности частиц золото классифицируется на крупное (более 0,07 мм), мелкое (от 0,001 до 0,07 мм) и тонкодисперсное (мельче 0,001 мм). Крупное золото обычно легко высвобождается при измельчении и извлекается гравитационными методами, но плохо флотируется и медленно растворяется при цианировании. Мелкое золото (свободное и в сростках с сульфидами) хорошо флотируется, а также быстро растворяется при цианировании, но лишь частично извлекается гравитацией. Тонкодисперсное золото плохо вскрывается при измельчении руд и извлекается в гравитационные и флотационные концентраты совместно с минералами-носителями (сульфидами). Из сульфидов его извлекают пирометаллургией или цианированием после окислительного обжига. Если золото ассоциирует с гидроксилами железа и другими гипергенными минералами, оно может быть извлечено цианированием. Из кварца тонкодисперсное золото может извлекаться только при плавке.

Золотосодержащие руды в некоторых случаях кроме золота содержат другие полезные компоненты, которые могут представлять промышленный интерес. К таким компонентам относятся: серебро, медь, сурьма, свинец, цинк, вольфрам, уран, ртуть, висмут, таллий, селен, теллур, кремнезем, сера (в сульфидной форме), барит, флюорит и др. Соответственно выделяют золото-пиритные, золото-мышьяковые, золото-серебряные, золото-медные, золото-сурьмяные, золото-урановые, золото-баритовые, золото-полиметаллические и золото-кварцевые руды. Золото-кварцевые руды, содержащие больше 60 % кремнезема, меньше 13 % глинозема, 0.8% мышьяка и 0,3% сурьмы, могут использоваться в качестве флюса на металлургических заводах.

По степени окисления сульфидов руды подразделяют на первичные (сульфидные), частично окисленные (смешанные) и окисленные. Наибольшее промышленное значение в настоящее время имеют первичные руды содержащие не более 10—20 % окисленных минералов. К частично окисленным относятся руды, содержащие не более 30% окисленных минералов, к окисленным -свыше 30% окисленных минералов

При оценке вредных примесей в рудах в первую очередь учитываются те из них, которые могут оказать отрицательное влияние на процесс цианирования - основной процесс извлечения золота. К вредным примесям относятся:

- некоторые минералы меди (оксиды, карбонаты, вторичные сульфиды, сульфаты), сурьмы (антимонит), железа (пирротин) мышьяка (реальгар, аурипигмент), в присутствии которых резко снижается скорость растворения золота и увеличивается расход

цианида;

- отдельные разновидности углеродистого вещества, характеризующиеся повышенной сорбционной активностью;

- шламообразующие минералы (слюдисто-глинистые), осложняющие процесс обезвоживания цианистой пульпы и отмывку растворенного золота. Наличие этих минералов вызывает значительные затруднения при транспортировке и бункерованнии, а также при гравитацнонно-флотационном обогащении руд;

- минералы мышьяка (арсенопирит, мышьяковые сульфосоли и др.), которые затрудняют пиромёталлургическую переработку золотосодержащих концентратов и вызывают необходимость проведения специальных дорогостоящих мероприятий для охраны

окружающей среды.

8. Технологические схемы переработки и обогащения.

Вследствие исключительного разнообразия свойств золотосодержащего сырья, обусловленного различиями вещественного состава руд и особенностями содержащегося в них золота, технологические схемы переработки в большинстве случаев состоят из комбинации процессов обогащения, пиро- и гидрометаллургии.

Основные процессы, применяемые при обработке золотосодержащего сырья, включают: рудосортировку, дробление, измельчение, обесшламливание и т. д., гравитационное и флотационное (коллективное или селективное) обогащение, амальгамацию, цианирование (по фильтрационной или сорбционной технологии) или пирометаллургическую переработку (обжиг, плавку) руд и концентратов; заключительным процессом является аффинаж золота.

Разрабатываются и испытываются новые прогрессивные технологические процессы: радиационная сортировка, пенная сепарация, тиокарбомидное и бактриальное выщелачивание, хлоридовозгонка и др.

Концентрат гравитационной золотосодержащий (ТУ 48-16-8-75) по содержанию золота и примесей должен соответствовать следующим нормам:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование концентрата | содержание | | | | Влажность | Крупность, не более, мм |
|  | Золота, не менее, г/т | примесей | | |  |  |
|  |  | мышьяка | сурьмы | глинозема |  |  |
| Концентрат гравитационный | 50 | 0,7 | 0,3 | 10 | 4 | 3 |

Примечание. По согласованию поставщика и потребителя допускается поставка отдельных партий с пониженным содержанием золота, но не менее 20 г/т, и повышенным содержанием влаги в концентратах.

Концентрат флотационный золотосодержащий (ТУ 48-16-6-75)

по содержанию золота и примесей должен соответствовать следующим нормам:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование концентрата | содержание | | | | Влажность |
|  | Золота, не менее, г/т | примесей | | |  |
|  |  | мышьяка | сурьмы | глинозема |  |
| Концентрат флотационный золотосодержащий | 20 | 2 | 0,3 | 10 | 6 |
| Концентрат золтосодержащий, обожженный (огарок) | 30 | 1 | 0,3 | 10 | - |

Золотосодержащая кварцевая руда, применяемая в качестве флюса на медеплавильных заводах, в соответствии с ТУ 48-16-26-76 по назначению подразделяется на классы

Классификация флюсовых руд

|  |  |
| --- | --- |
| Класс руд | Область применения |
| Отражательный | При отражательной плаке медьсодержащего сырья |
| Конверторный | При бессемеровании медных штейнов и черновой меди из вторичного сырья |
| Шахтный | При шахтной плаке медьсодержащего и медно-серного сырья |

Химический состав и крупность классов и сортов золотосодержащей кварцевой флюовой руды должны соответствовть следующим требованиям:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Классы и сорта | содержания | | | | крупность |
|  | Кремнезема общего, не более | Глинозема, не более | Мышьяка, не более | Сурьмы, не более |  |
| Отражательный  I сорт  II сорт  III сорт | 70  65  60 | 8  10  13 | 0,8  0,8  0,8 | 0,3  0,3  0,3 | 0-10 |
| Конверторный  I сорт  II сорт  III сорт | 70  65  62 | 8  10  12 | 0,8  0,8  0,8 | 0,3  0,3  0,3 | 10-50 |
| Шахтный  I сорт  II сорт  III сорт | 90  75  68 | 6  8  9 | 0,8  0,8  0,8 | 0,3  0,3  0,3 | 50-120 |

Примечания:

1. Минимально допустимое содержание золота в отгружаемой золотосодержащей кварцевой флюсовой руде должно быть не менее 2 г/т.

2. Допускается, как исключение, поставка несортной флюсовой руды по договору с предприятием-потребителем: отражательного класса крупностью не выше 8 мм с содержа-

нием кремнезема общего не менее 58%, глинозема не более 15%, мышьяка не более

0,8 сурьмы не более 0,3%; конверторного класса с содержанием кремнезема не менее

60%, глинозема не более 13%, мышьяка не более 0,8%, сурьмы не более 0,3%

9. Группировка месторождений по сложности геологического строения для целей разведки.

По размерам и форме рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и особенностям распределения золота золоторудные месторождения соответствуют 2, 3 и 4 группам сложности.

Ко 2-й группе относятся месторождения (участки) сложного геологического строения, представленные крупными минерализованными и жильными зонами (протяженностью более 1 км, мощностью 5—10 м и более) или штокверками (площадью более 1 км); значительными по размерам залежами (1—3 км по простиранию, первые сотни метров по падению, с устойчивыми мощностями от первых метров и более), протяженными (более 1 км) жилами значительной (до 3 -4 м) мощности. Рудная минерализация распределена неравномерно.

К 3-й группе относятся месторождения (участки) очень сложного геологического строения, представленные средними (протяженностью от сотен до тысячи метров) и крупными минерализованными и жильными зонами, залежами (первые сотни метров

по простиранию и падению, мощностью 1—2 м), жилами (изменчивой мощности от нескольких сантиметров до 3 м) сложного строения. Распределение оруденения весьма неравномерное, нередко прерывистое.

К 4-й группе относятся месторождения весьма сложного геологического строения. К ним относятся мелкие по размерам (протяженностью первые десятки метров) единичные или сближенные очень маломощные (до 0.3—0.4 м) жилы, линзы: небольшие (протяженностью до 100 м) жилы, линзы, минерализованные зоны, залежи с резко изменчивой мощностью или интенсивно нарушенным залеганием и тела с чрезвычайно сложным прерывистым, гнездообразным распределением рудных скоплений (участки с высокими содержаниями золота перемежаются с безродными).

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

10. Методика разведки и плотности разведочных сетей.

Для наиболее эффективного изучения месторождений необходимо соблюдать установленную стадийность геологоразведочных работ, строго выполнять требования к их полноте и качеству, осуществлять рациональное комплексирование методов и технических средств разведки, своевременно производить постадийную геолого-экономическую оценку результатов исследований. Изученность месторождения должна обеспечить полноту комплексной оценки, возможность его комплексного освоения при обязательном соблюдении требований по охране окружающей среды.

На всех вновь выявленных золоторудных месторождениях до перехода к детальной разведке проводится предварительная разведка в объемах, необходимых для обоснованной оценки их промышленного значения.

По результатам предварительной разведки составляется технико-экономический доклад о целесообразности производства детальной разведки (ТЭД) и разрабатываются временные кондиции. В соответствии с временными кондициями, утвержденными в установленном порядке, подсчитываются запасы золотосодержащих руд и металла, попутных полезных ископаемых и компонентов, имеющих промышленное значение, по категориям С1 и С2. За контуром подсчета запасов, а также на месторождениях, выявленных в пределах рудного поля при поисково-оценочных работах, оцениваются прогнозные ресурсы категории Р1.

Детальная разведка производится только на месторождениях, получивших положительную промышленную оценку по данным предварительной разведки и намеченных к промышленному освоению и ближайшие годы.

По детально разведанному месторождению необходимо иметь топографическую основу, масштаб которой соответствовал бы его размерам, особенностям геологического строения и рельефу местности. Топографические карты и планы на золоторудных месторождениях обычно составляются в масштабах 1 : 1000—1:5000. Все разведочные и эксплуатационные выработки (канавы, шурфы, штольни, шахты, скважины) профили детальных геофизических наблюдений, а также естественные обнажения рудных тел и минерализированных зон должны быть инструментально привязаны. Подземные горные выработки и скважины наносятся на планы но данным маркшейдерской съемки. Маркшейдерские планы горизонтов горных работ обычно составляются в масштабе

1 : 200; сводные планы—и масштабе не мельче 1 : 1000. Для скважин должны быть вычислены координаты точек пересечения ими кровли и подошвы рудного тела и построены проложения их стволов на плоскости планов и разрезов.

По району месторождения и рудному полю необходимо иметь геологическую карту и карту золотоносности, карту полезных ископаемых в масштабе 1 : 25000—1 : 50000 (иногда 1 10000) с соответствующими разрезами, отвечающие требованиям инструкций к картам этого масштаба, а также другие графические материалы, обосновывающие комплексную оценку прогнозных ресурсов полезных ископаемых района. Указанные материалы должны отражать размещение рудоконтролирующих структур и рудовмещающих комплексов пород, месторождений и рудопроявлений района, а также участков, на которых оценены прогнозные ресурсы полезных ископаемых.

Результаты проведенных в районе геофизических исследований следует использовать при составлении геологических карт и разрезов к ним и отражать на сводных планах интерпретации геофизических аномалий в масштабе представляемых карт.

Геологическое строение месторождения должно быть детально изучено и отображено на геологической карте масштаба 1 : 1000—1 :5000 (в зависимости от размеров и сложности месторождения), геологических разрезах, планах, проекциях, а в необходимых случаях—на блок-диаграммах и моделях. Геологические и геофизические материалы по месторождению должны давать представление о размерах и форме рудных тел, условиях их залегания, внутреннем строении и сплошности, характере выклинивания рудных тел, распределении золота в них, особенностях изменения вмещающих пород и взаимоотношениях рудных тел с вмещающими породами, складчатыми структурами и тектоническими нарушениями в степени, необходимой и достаточном для обоснования подсчета запасов. Следует также обосновать геологические границы месторождения и поисковые критерии, определяющие местоположение перспективных участков в пределах которых оценены прогнозные ресурсы по категории Р.

Выходы и приповерхностные части рудных тел или минерализованных зон должны быть изучены горными выработками и мелкими скважинами с применением геофизических и геохимических методов и опробованы е детальностью, позволяющей

установить морфологию и условия залегания рудных тел, глубину развития и строение зоны окисления, вторичного сульфидного обогащения и степень возможного обогащения их золотом, особенности изменения вещественного состава, технологических свойств и

провести подсчет запасов первичных, смешанных и окисленных руд раздельно по промышленным (технологическим) типам.

Разведка золоторудных месторождений на глубину производится горными выработками и скважинами с использованием геофизических методов исследований: наземных, в скважинах и горных выработках. Методика разведки - соотношение объемов горных работ и бурения, виды горных выработок и способы бурения, геометрия и плотность разведочной сети, методы и способы опробования должна - 0 обеспечивать возможность подсчета запасов по категориям В, С1 и С2 в установленном Классификацией запасов нормативном соотношении различных категорий. Она определяется исходя из геологических особенностей месторождения (размеров и мощности рудных тел, крупности золота и характера его распределения) с учетом возможностей горных, буровых и геофизических средств разведки, а также опыта разведки и разработки месторождений аналогичного типа.

При выборе оптимального варианта разведки следует учитывать сравнительные технико-экономические показатели и сроки выполнения работ по различным вариантам разведки. Детальную разведку месторождений, подлежащих первоочередному промышленному освоению, целесообразно совмещать со вскрытием и подготовкой месторождения к эксплуатации по проектам, утвержденным в установленном порядке.

Горные выработки являются основным средством детального изучения условий залегания, морфологии и внутреннего строения рудных тел, их сплошности, вещественного состава руд, характера распределения в них золота для подсчета запасов категории В на месторождениях 2-й группы и—в сочетании со скважинами—категории С1 и С2 на месторождениях 3 ч 4-й групп, а также для контроля данных бурения, геофизических исследований и отбора технологических проб.

Сплошность рудных тел и изменчивость оруденения по простиранию и падению должны быть изучены в достаточном объеме на представительных участках по маломощным рудным телам жильного типа непрерывным прослеживанием штреками и восстающими, а по маломощным рудным телам типа минерализованных зон и

штокверков сгущением сети ортов, квершлагов, подземных горизонтальных скважин.

Горные выработки следует проходить на участках и горизонтах месторождения, намеченных при составлении технико-экономического обоснования производства детальной разведки к первоочередной отработке.

По скважинам колонкового бурения должен быть получен максимальный выход керна хорошей сохранности в объеме, обеспечивающем выяснения с необходимой полнотой особенностей залегания рудных тел и вмещающих пород, их мощности, внутреннего строения рудных тел, характера околорудных изменений, распределения природных разновидностей руд, их текстуры и структуры и представительность материала для опробования. Практикой геологоразведочных работ установлено, что выход керна должен быть не менее 70 % по каждому рейсу бурения.

Достоверность определения линейного выхода керна следует систематически контролировать другими способами. Представительность керна для определения содержании золота и мощностей рудных интервалов должна быть подтверждена исследованиями возможности его избирательного истирания. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования керна и шлама (по интервалам с их различным выходом) с данными опробования горных выработок, скважин ударного, пневмоударного и шарошечного бурения, а также колонковых скважин, пробуренных с применением съемных керноприемников. При низком выходе керна или избирательном его истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки. Для повышения достоверности и информативности бурения необходимо использовать методы геофизических исследований в скважинах, рациональный комплекс которых определяется исходя из

поставленных задач, конкретных геолого-геофизических условий месторождения и современных возможностей геофизических методов. Комплекс каротажа, эффективный для выделения рудных интервалов и установления их параметров, должен выполняться

во всех скважинах, пробуренных на месторождении. В вертикальных скважинах глубиной более 100 м и во всех наклонных, включая подземные, не более чем через каждые 20 м

должны быть определены и подтверждены контрольными замерами азимутальные и зенитные углы стволов скважин. Результаты этих измерений необходимо учитывать при построении геологических разрезов, погоризонтных планов и расчете мощностей рудных

интервалов. При наличии подсечений стволов скважин горными выработками результаты замеров проверяются данными маркшейдерской привязки.

Для пересечения крутопадающих рудных тел под большими углами целесообразно применять искусственное искривление скважин. С целью повышения эффективности разведки бурением следует применять многозабойные скважины и веера подземных

скважин.

Расположение разведочных выра6оток и расстояния между ними должны быть определены для каждого структурно-морфологического типа рудных тел с учетом их размеров, мощности, внутреннего строения, крупности и характера распределения

золота; при этом следует учитывать возможное столбообразное размещение обогащенных участков.

Приведенные в таблице обобщенные сведения о плотности сетей, применявшихся при разведке золоторудных месторождений могут учитываться при проектировании геологоразведочных работ, но их нельзя рассматривать как обязательные. Для каждого месторождения на основании изучения участков детализации и тщательного анализа всех имеющихся геологических, геофизических и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям и руководствуясь методическими указаниями по разведке и геолого-промышленной оценке месторождений золота обосновываются наиболее рациональные геометрия и плотность разведочных выработок.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| группа | Хар-ка рудных тел | Ф-ма рудных тел | Вид выработок | Расстояния между пересечениями рудных тел выработками (в м) | | | |
|  |  |  |  | В | | С1 | |
|  |  |  |  | по простиранию | по падению | по простиранию | по падению\* |
| 2-я | Крупные минерализованные  и жильные зоны,  Штокверки  значительные по размерам залежи, протяженные жилы | жилы | штреки | Непрерывное  прослеживание | 40-60 | Непрерывное  прослеживание | 80-120\*\* |
|  |  | Восстающие | 80-120 | Непрерывное  прослеживание | 120 | Непрерывное  прослеживание |
|  |  | Рассечки | 10-20 | --- | 20-40 | --- |
|  |  | Скважины | --- | --- | 40-60 | 40-60 |
|  | Минерализованные и жильные зоны | штреки | Непрерывное  прослеживание | 40-60 | Непрерывное  прослеживание | 80-120\*\*\* |
|  |  | Восстающие | 80-120 | Непрерывное  прослеживание | 120\*\*\* | Непрерывное  прослеживание |
|  |  |  | Рассечки | 20-30 | --- | 40-60 | --- |
|  |  |  | Гор. скв. | --- | --- | 60-80 | 40-60 |
|  |  |  | скважины | 40-50\*\*\*\* | 40-50\*\*\*\* | 100\*\*\*\* | 50\*\*\*\* |
|  |  | Штокверки | штреки | Непрерывное  прослеживание | 40-60 | Непрерывное  прослеживание |  |
|  |  |  | квершлаги | 20-40 | --- | 40-80 | --- |
|  |  |  | Гор. скв. |  |  |  |  |
|  |  |  | скважины | --- | --- | 60-80 | 40-60 |
|  |  | залежи | штреки | Непрерывное  прослеживание | 40-60 | Непрерывное  прослеживание | -- |
|  |  |  | Восстающие | 80-120 | Непрерывное  прослеживание | 120 | Непрерывное  прослеживание |
|  |  |  | орты | 10-20 | -- | 20-40 | -- |
|  |  |  | Гор. скв. |  |  |  |  |
|  |  |  | скважины | -- | -- | 60-80 | 40-60 |
| 3-я | Средние и крупные сложно построенные минерализованные и жильные зоны, залежи, жилы сложного строения | жилы | штреки | -- | -- | Непрерывное  прослеживание | 40-60 |
|  |  | Восстающие | -- | -- | 80-120 |  |
|  |  | Рассечки | -- | -- | 10-20 | -- |
|  |  | Гор. скв. |  |  |  |  |
|  |  | скважины | -- | -- | 40-60 | 40-60 |
|  | Минерализованные и жильные зоны | штреки | -- | -- | Непрерывное  прослеживание | 40-60 |
|  | Восстающие | -- | -- | 80-120 | Непрерывное  прослеживание |
|  |  |  | Рассечки | -- | -- | 20-30 | -- |
|  |  |  | Гор. скв. |  |  |  |  |
|  |  |  | скважины | -- | -- | 40-60 | 40-60 |
|  |  | залежи | штреки | -- | -- | Непрерывное  прослеживание | 40-60 |
|  |  |  | Восстающие | -- | -- | 80-120 | Непрерывное  прослеживание |
|  |  |  | Орты, | -- | -- | 10-20 | -- |
|  |  |  | Гор. скв. |  |  |  |  |
|  |  |  | скважины | -- | -- | 40-60 | 40-60 |
| 4\*\*\*\*\* | Небольшие и мелкие рудные тела с чрезвычайно слжным прерывистым гнездообразным распределением оруденения |  | штреки | -- | -- | Непрерывное  прослеживание | 40 |
|  |  | Восстающие | -- | -- | Не менее 1 пересечения по каждому телу | |
|  |  | Орты | -- | -- | 10 | -- |
|  |  | Гор. скв. |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

\* при определении максимально допустимой глубины разведки скважинами ниже последнего горного горизонта для получения запасов категории С1 следует руководствоваться методическими указаниями.

\*\* при разведке промежуточных горизонтов скважинами.

\*\*\* проходка восстающих может быть заменена бурением вееров скважин.

\*\*\*\* для месторождений типа крупных минерализованных зон.

\*\*\*\*\* для месторождений 4-й группы использованы данные о плотности разведочной сети для небольших тел, характеризующихся исключительно сложным строением и прерывистым распределением полезного ископаемого.

Участки и горизонты месторождения, намеченные при технико-экономическом обосновании производства детальной разведки к первоочередной отработке, должны быть разведаны наиболее детально. Запасы на таких участках и горизонтах месторождений 2-й группы должны быть разведаны преимущественно по категории В, а на месторождениях 3-й и 4-й групп—по категории С1.

В тех случаях, когда участки первоочередной отработки не характерны для всего месторождения по особенностям геологического строения, качеству руд и горно-геологическим условиям, должны быть детально изучены также участки, удовлетворяющие этому требованию.

Для месторождений с прерывистым оруденением, оценка запасов которых производится без геометризации конкретных рудных тел в обобщенном контуре с использованием коэффициентов рудоносности, на основании определения пространственного положения, типичных форм и размеров участков кондиционных руд должна быть оценена возможность их селективной выемки.

Полученная на участках детализации информация используется для обоснования группы сложности месторождения, подтверждения соответствия принятых геометрии и плотности разведочной сети и выбранных технических средств разведки особенностям его геологического строения; оценки достоверности результатов опробования и подсчетных параметров, принятых при подсчете запасов на остальной части месторождения, и условий разработки месторождения в целом. На разрабатываемых месторождениях для этих целей используются результаты эксплуатационной разведки и разработки.

Минеральный состав руд, их текстурно-структурные особенности и физические свойства должны быть изучены с применением минералого-петрографических, физических, химических и других видов анализа. При этом наряду с описанием отдельных

минералов производится также количественная оценка их распространенности.

Особое внимание должно быть уделено изучению золота, золотосодержащих рудных и жильных минералов, взаимоотношений их между собой и с другими минералами. Подлежат определению формы нахождения золота, размеры выделений, распределение их по классам крупности, химический состав, пробность, характер и состояние поверхности частиц золота, наличие сростков, их размеры и виды срастаний.

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

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

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

Технологические свойства руд, как правило, изучаются в лабораторных и полупромышленных условиях на минералого-технологических, малых технологических, лабораторных, укрупненно-лабораторных и полупромышленных пробах. При имеющемся опыте промышленной переработки для легкообогатимых руд допускается использование аналогии, подтвержденной результатами лабораторных исследований. Для труднообогатимых или новых типов руд, опыт переработки которых отсутствует, технологические исследования руд и в случае необходимости — продуктов их переработки должны проводиться по специальным программам, согласованным с заинтересованными организациями. 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» (1982 г).

Минералого-технологическим и малыми технологическими пробами, отобранными по определенной сети, должны быть охарактеризованы все природные разновидности руд, выявленные на месторождении. По результатам их испытаний проводится геолого-технологическая типизация руд месторождения с выделением промышленных (технологических) типов и сортов руд, изучается пространственная изменчивость вещественного состава, физико-механических и технологических свойств руд в пределах выделенных промышленных (технологических) типов и составляются геологотехнологические карты, планы и разрезы.

На лабораторных пробах должны быть изучены технологические свойства всех выделенных промышленных (технологических) типов руд в степени, необходимой для оптимальной технологической схемы их переработки и определении технологических показателей обогащения.

Полупромышленные технологические пробы служат для проверки технологических схем и уточнения показателей обогащения руд, полученных на лабораторных пробах.

Полупромышленные технологические испытания производятся в соответствии с программой, разработанной организацией выполняющей технологические исследования, совместно с геолого-разведочной организацией и согласованной с проектной организацией. Отбор проб производится по специальному проекту.

Укрупненно-лабораторные и полупромышленные технологические пробы должны быть представительными, т.е отвечать по химическому и минеральному составу, структурно-текстурным особенностям, физическим и другим свойствам среднему составу

руд данного промышленного (технологического) типа возможного разубоживания.

В результате исследований технологические свойства руд должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы их переработки с комплексным извлечением содержащихся в них компонентов, имеющих промышленное значение.

Должны быть определены минеральный и химический состав исходной руды продуктов обогащения, представлены данные по дробности и измельчаемости руд и необходимой степени измельчения материала, данные ситовых анализов исходной руды и продуктов обогащения, сведения о плотности, насыпной массе и влажности исходной руды и продуктов обогащения; технологические показатели переработки: для процесса цианирования—величина извлечения золота, для процессов флотации и гравитационно-флотационных—выход концентрата, его качество (содержание золота, других полезных компонентов и вредных примесей), метод переработки концентрата, извлечение золота и других полезных компонентов в отдельных операциях и сквозное извлечение, расход реагентов, необходимость обезвреживания промстоков. Должен быть решен вопрос о целесообразности использования отдельных типов руд в качестве кислых флюсов в металлургическом производстве. Качество продуктов переработки должно соответствовать существующим стандартам и техническим условиям.

Для попутных компонентов в соответствии с «Требованиями к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов» (ГКЗ СССР, 1982) необходимо выяснить формы нахождения и баланс их распределения в продуктах обогащения и передела концентратов, а также установить условия, возможность и экономическую целесообразность их извлечения.

Должна быть изучена возможность использования оборотных вод и отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме переработки минерального сырья, даны рекомендации по очистке промстоков.

Определение объемной массы необходимо производить для каждой выделенной природной разновидности руд и внутренних некондиционных прослоев.

Объемная масса плотных руд определяется главным образом по представительным парафинированным образцам и контролируется результатами определения ее и целиках. Объемная масса рыхлых, сильно трещиноватых руд, как правило, определяется в целиках. Определение объемной массы может производиться также методом поглощения рассеянного излучения при наличии необходимого объема заверочных работ. Одновременно с определением объемной массы на том же материале определения объемной массы и влажности должны быть охарактеризованы минералогически и проанализированы на основные компоненты.

Гидрогеологическими исследованиями должны быть изучены основные водоносные горизонты, которые могут участвовать в обводнении месторождения, выявлены наиболее обводненные участки и зоны и решены вопросы использования или сброса рудничных вод. По каждому водоносному горизонту следует установить его мощность, литологический состав, типы коллекторов, условия питания, взаимосвязь с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами, положение уровней подземных вод и другие параметры; определить возможные водопритоки в эксплуатационные горные выработки, проходка которых предусмотрена в технико-экономическом обосновании (ТЭО) кондиций, и разработать рекомендации по защите их от подземных вод. Необходимо изучить химический состав и бактериологическое состояние вод, участвующих в обводнении месторождения, их агрессивность по отношению к бетону, металлам, полимерам, содержание в них полезных и вредных примесей, оценить возможность использования этих вод для водоснабжения или извлечения из них ценных компонентов, а также возможное влияние их дренажа на действующие в районе месторождения подземные водозаборы. Следует дать рекомендации по проведению в последующем необходимых специальных изыскательских работ, оценить влияние спроса рудничных вод на окружающую среду.

Инженерно-геологическими исследованиями должны быть изучены: физико-механические свойства руд, рудовмещающих пород перекрывающих отложений, определяющие характеристику их прочности в естественном и водонасыщенных состояниях; инженерно-геологические особенности массивов месторождения, их анизотропия, состав пород, их трещиноватость, тектоническая нарушенность, текстурные особенности, закарстованность, разрушенность в зоне выветривания охарактеризованы современные геологические процессы, которые могут осложнить разработку месторождения.

В результате инженерно-геологических исследования должны быть получены материалы по прогнозной оценке устойчивости горных выработок и расчету основных параметров карьера.

При наличии в районе месторождения действующих шахт или карьеров, расположенных в аналогичных гидрогеологических и инженерно-геологических условиях, для характеристики разведываемой площади следует использовать данные о степени обводнености и инженерно-геолгических условиях этих шахт и карьеров.

Для месторождений, где установлена природная газоносность отложении (метан, сероводород и др.), должны быть изучены закономерности изменения содержания и состава газов по площади и с глубиной.

Следует определить влияющие на здоровье человека факторы (пневмокониозоопасность, повышенная радиоактивность, геотермические условия и др.).

Гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горногеологические и другие природные условия должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения. При особо сложных гидрогеологических и горнотехнических условиях разработки, требующих постановки специальных работ, направление, объемы, сроки и порядок проведения исследований согласовываются с заинтересованными министерствами и ведомствами.

Должна быть дана оценка возможных источников хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающих потребность будущих предприятий по добыче полезных ископаемых и переработке минерального сырья; для районов с дефицитом водных ресурсов запасы подземных вод должны быть подсчитаны и утверждены.

По районам новых месторождений необходимо иметь данные о наличии местных строительных материалов, указать местоположение площадей с отсутствием залежей полезных ископаемых, где могут быть размещены объекты производственного и жилищно-гражданского назначения, отвалы пустых пород, дать рекомендации по разработке мероприятий по охране недр, предотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивации земель.

Для решения вопросов, связанных с рекультивацией, следует определить мощность почвенного покрова и произвести агрохимические исследования рыхлых отложений, а также выяснить степень токсичности пород вскрыши и возможность образования на них растительного покрова.

Другие полезные ископаемые, образующие во вмещающих и перекрывающих породах самостоятельные залежи, должны быть изучены и степени, позволяющего определить их промышленную ценность и область возможного использования в соответствии с «Требованиями к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных компонентов».

11. Особенности опробования и документации.

Все разведочные выработки и выходы рудных тел или зон на поверхность должны быть задокументированы по типовым формам. Результаты опробования выносятся на первичную документацию и сверяются с геологическим описанием

Полнота качество первичной документации, соответствие ее геологическим особенностям месторождения правильность определения пространственного положения структурных элементов, составления зарисовок и их описании должны систематически контролироваться сличением с натурой компетентными комиссиями в установленном порядке. Следует также оценивать качество опробования (выдержанность сечения и массы проб, соответствие их положения особенностям геологического строения участка, полноту и непрерывность отбора проб, наличие и результаты контрольного опробования), представительность минералого-технологических, инженерно-гидрогеологических исследований, качество определений объемной массы, обработки проб и аналитических работ. Кроме того, необходимо контролировать соответствие сводных геологических материалов первичной документации. Результаты проверок оформляются актами.

Для изучения качества полезного ископаемого, оконтуривания рудных тел и подсчета запасов все рудные интервалы, вскрытые разведочными выработками или установленные в естественных обнажениях, должны быть опробованы.

Выбор способов опробования производится исходя из конкретных геологических особенностей месторождения. Принятый на месторождении способ опробования должен обеспечивать наибольшую достоверность результатов при достаточной производительности и экономичности. В случае применения нескольких способов опробования их необходимо сопоставить по точности результатов и достоверности.

Опробование разведочных сечений следует производить с соблюдением следующих обязательных условий:

— сеть опробования должна быть выдержанной, плотность ее определяется геологическими особенностями изучаемых участков месторождения; пробы необходимо отбирать в направлении максимальной изменчивости оруденения; в случае пересечения рудных тел разведочными выработками (в особенности скважинами) под острым углом к направлению максимальной изменчивости (если при этом возникают сомнения в представительности опробования) контрольными работами или сопоставлением должна быть доказана возможность использования в подсчете запасов результатов

опробования этих сечений;

- опробование следует проводить непрерывно, на полную мощность рудного тела с выходом во вмещающие породы на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с кондициями в промышленный

контур: для рудных тел без видимых геологических границ—во всех разведочных сечениях, а для рудных тел с четкими геологическими границами—по разреженной сети выработок; в канавах, шурфах, траншеях, кроме коренных выходов руд, должны быть

опробованы и продукты их выветривания;

— природные разновидности руд и минерализованных пород в зальбандах рудных тел должны опробоваться раздельно—секциями; длина каждой секции (рядовой пробы) определяется внутренним строением рудного тела, изменчивостью вещественного состава, текстурно-структурных особенностей, физико-механических и других свойств руд, а в скважинах—также длиной рейса; при этом интервалы с разным выходом керна опробуются раздельно;

- при наличии избирательного истирания керна опробованию подвергаются как керн, так и измельченные продукты бурения (шлам, пыль и др.); мелкие продукты отбираются самостоятельную пробу с того же интервала, что и керновая проба, обрабатываются

и анализируются отдельно. В горных выработках, пересекающих рудное тело на всю мощность, и в восстающих опробование должно проводиться по двум стенкам выработки; в выработках, пройденных по простиранию рудного тела—в забоях. Расстояния между пробами в прослеживающих выработках не должны превышать 1—4 м (шаг опробования должен быть подтвержден экспериментальными данными). В горизонтальных горных выработках при крутом залегании рудных тел все пробы размещаются на постоянной, заранее определенной высоте. Принятые параметры проб должны быть обоснованы экспериментальными работами. Данные опробования штреков и восстающих, не вскрывающих рудные тела на всю мощность, не могут быть использованы при

подсчете запасов. Возможность использования данных опробования восстающих, вскрывающих рудные тела на полную мощность, должна быть в каждом случае обоснована исходя из особенностей распределения обогащенных золотом участков (рудных столбов).

Качество опробования по каждому принятому способу и по основным разновидностям руд необходимо систематически контролировать, оценивая точность и достоверность результатов. Следует своевременно проверять положение проб относительно элементов геологического строения и надежность оконтуривания рудных тел по мощности, выдержанность принятых параметров проб и соответствие фактической массы пробы расчетной исходя из принятого сечения борозды или фактического диаметра и выхода керна (отклонения не должны превышать ±10—20% с учетом изменчивости плотности руды).

Точность бороздового опробования следует контролировать отбором сопряженных борозд того же сечения, кернового опробования—отбором проб из вторых половинок керна.

В случае выявления недостатков, влияющих на точность опробования, следует производить переопробование рудного интервала. Достоверность принятых методов и способов опробования контролируется более представительным способом, как правило,

валовым в соответствии с существующими методическими рекомендациями. Для этой цели необходимо также использовать данные технологических проб, валовых проб, отобранных для определения плотности и целиках, и результаты отработки.

Объем контрольного опробования должен быть достаточным для статистической отработки результатов в обоснованных выводов об отсутствии или наличии систематических ошибок, а в случае необходимости и для введения поправочных коэффициентов.

Обработка проб производится по схемам, разработанным для каждого месторождения, с учетом характера распределения золота, крупности и формы золотин. Основные и контрольные пробы обрабатываются по одной схеме. Качество отработки должно систематически контролироваться по всем операциям, в части обоснованности коэффициента К и соблюдения схемы обработки.

Обработка контрольных крупнообъемных проб производится по специально составленным программам, включающим проведение экспериментальных работ по определению минимальных массы и количества отбираемых на анализ навесок.

Химический состав руд должен изучаться с полнотой, обеспечивающей установление содержаний золота и его пробности, наличия и промышленной значимости попутных полезных компонентов, а также выявление вредных примесей. Содержания их в руде определяются анализами проб химическими, пробирными, спектральными, физическими и другими методами, установленными государственными стандартами

Изучение в рудах попутных компонентов производится в соответствии с утвержденными ГКЗ СССР «Требованиями к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов» (1982 г.).

Все рядовые пробы, как правило, анализируются на золото, серебро, а также и на компоненты (медь, цинк, свинец, сера, висмут и др.), содержание которых учитывается при оконтуривании рудных тел по мощности. Другие полезные компоненты (кремнезем—для кислых флюсов) и вредные примеси (мышьяк, углерод, глинозем, сурьма и др.) определяются обычно по групповым пробам.

Порядок объединения рядовых проб в групповые, их размещение и общее количество должны обеспечивать равномерное опробование основных разновидностей руд на попутные компоненты и вредные примеси и выяснение закономерностей изменения их содержании по простиранию и падению рудных тел. Для выяснения степени окисления первичных руд и установления границы зоны окисления должны выполняться фазовые анализы.

Качество анализов проб необходимо систематически проверять, а результаты контроля своевременно обрабатывать в соответствии с методическими указаниями (1982 г.) Геологический контроль анализов следует осуществлять независимо от лабораторного контроля в течение всего периода разведки месторождения. Контролю подлежат результаты анализов на все основные и попутные компоненты и вредные примеси.

Для определения величин случайных погрешностей необходимо проводить внутренний контроль путем анализа зашифрованных контрольных проб, отобранных из дубликатов аналитических проб в той же лаборатории, которая выполняет основные

анализы.

Для выявления и оценки возможных систематических погрешностей должен осуществляться внешний контроль в лаборатории, утвержденной в качестве контрольной организацией, производящим геологоразведочные работы. На внешний контроль направляются дубликаты анализируемых проб, хранящиеся в основной лаборатории и прошедшие внутренний контроль. При наличии стандартных образцов состава (СОС), аналогичных исследуемым пробам, внешний контроль следует осуществлять, включая их в зашифрованном, виде в партию проб, которые сдаются на анализ в основную лабораторию.

Пробы, направляемые на внутренний и внешний контроль должны характеризовать все разновидности руд месторождения и классы содержаний. В обязательном порядке на внутренний контроль направляются все пробы, показавшие аномально высокие содержания анализируемых компонентов, в том числе ураганные.

Объем внутреннего и внешнего контроля должен обеспечить представительность выборки по каждому классу содержаний и периоду разведки. При выделении классов следует учитывать требования кондиций для подсчета запасов по содержаниям золота. В случае большого числа анализируемых проб (2000 и более в год) на контрольные анализы направляется 5 % от их общего количества; при меньшем числе проб по каждому выделенному классу содержаний должно быть выполнено не менее 30 контрольных анализов за контролируемый период.

Обработка данных внутреннего и внешнего контроля по каждому классу содержаний производится по периодам (квартал, полугодие, год) раздельно по каждому методу анализа и лаборатории, выполняющей основные анализы. Оценка систематических расхождений по результатам анализа СОС выполняется в соответствии с методическими указаниями по статистической обработке аналитических данных.

Относительная среднеквадратическая погрешность, определенная по результатам внутреннего контроля, не должна превышать значений, указанных в таблице.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Классы содержаний г/т | Для руд с золотом до 0,1 мм, главным образом в сульфидах | Для руд с золотом до 0,6 мм, главным образом в сульфидах и кварце | Для руд с золотом с крупным видимым золотом, главным образом в сульфидах и кварце |
| >128  64-128  16-64  4-16  1-4  0.5-1  < 0.5 | 4.0  4.5  10  18  25  30  30 | 7.5  8.5  13  25  30  30  30 | 10  12  18  25  30  30  30 |

В противном случае основных анализов для данного класса содержании и периода работы лаборатории бракуются, и все пробы подлежат повторному анализу с выполнением внутреннего геологического контроля. Одновременно основной лабораторией должны быть выяснены причины брака и приняты меры по его устранению.

При выявлении по данным внешнего контроля систематических расхождений между результатами анализов основной и контролирующей лабораторий проводится арбитражный контроль.

Этот контроль выполняется в лаборатории, утвержденной в качестве арбитражной организацией, производящим геологоразведочные работы. На арбитражный контроль направляются хранящиеся в лаборатории аналитические дубликаты рядовых проб (в исключительных случаях остатки аналитических проб), по которым имеются результаты рядовых и внешних контрольных анализов.

Контролю подлежат 30—40 проб по каждому классу содержаний, по которому выявлены систематические расхождения. При наличии СОС, аналогичных исследуемым пробам, их также следует включать в зашифрованном виде в партию проб, сдаваемых на арбитраж. Для каждого СОС должно быть получено 10—15 результатов контрольных анализов.

При подтверждении арбитражным анализом систематических расхождений следует выяснить их причины и разработать мероприятия по устранению, а также решить вопрос о необходимости повторного анализа всех проб данного класса и периода работы

основной лаборатории или о введении в результаты основных анализов соответствующего поправочного коэффициента. Без проведения арбитражного анализа введение поправочных коэффициентов не допускается.

По результатам выполненного контроля опробования—отбора, обработки проб и анализов—должна быть оценена возможная погрешность выделения рудных интервалов и определения их параметров.

12. Требования к подсчету запасов.

Подсчет запасов золоторудных месторождений производится и соответствии с требованиями разделов I, II и III «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых».

При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику золоторудных месторождений.

Запасы категории А подсчитываются только на разрабатываемых золоторудных месторождениях по данным эксплуатационной разведки и горно-подготовительных выработок. К ним относятся запасы, отвечающие по степени изученности требованиям Классификации к этой категории.

Запасы категории В при детальной разведке подсчитываются только на месторождениях 2-й группы.

Контур запасов категории В должен быть проведен по горным выработкам без экстраполяции, а основные горно-геологические характеристики рудных тел и качество руд в пределах этого контура определены по достаточному объему представительных

данных.

На 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, установлены 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 расчистки и горно-подготовительных выработок; к ним относятся запасы, отвечающие по степени изученности требованиям Классификации к этой категории.

К категории С1 относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть горных выработок и скважин, а достоверность полученной при этом информации подтверждена на разрабатываемых

месторождениях данными эксплуатации, а на новых месторождениях—результатами, полученными на участках детализации. На штокверковых месторождениях изученность основных особенностей внутреннего строения должна обеспечить выявление рудонасыщенности и закономерностей распределения участков кондиционных руд.

Контуры запасов категории С1  определяются по разведочным выработкам, а для наиболее выдержанных и крупных рудных тел- геологически обоснованной ограниченной экстраполяцией.

На золоторудных месторождениях запасы категории С2 подсчитываются по конкретным рудным телам, контуры которых определены по геологическим и геофизическим и подтверждены единичными скважинами или горными выработками встретившими промышленные руды, или путем экстраполяции по простиранию и падению от разведанных запасов более высоких категорий при наличии подтверждающих экстраполяцию единичных пересечений, результатов геофизических работ геолого-структурных построений и закономерностей изменения мощностей рудных тел и содержаний золота.

На месторождениях 3-й и 4-й групп из общего контура запасов категории С2 должны быть выделены запасы, учитываемые в установленном подпунктом 20, б Классификации соотношении различных категорий. Возможность использования этих запасов для проектирования следует обосновать аналогией геологических особенностей их залегания с запасами более высоких категорий и подтвердить результатами перевода запасов категории С2 в более высокие категории на представительных детально разведанных участках месторождения.

Запасы подсчитываются раздельно по выделенным промышленным (технологическим) типам руд; при невозможности оконтуривания количественные соотношения различных промышленных (технологических) типов и сортов определяются статистически.

Забалансовые запасы подсчитываются и учитываются в том случае, если в ТЭО кондиций доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения или целесообразность попутного извлечения, складирования и сохранения для использования в будущем. При подсчете забалансовых запасов производится их подразделение в зависимости от причин отнесения запасов к забалансовым (экономических, технологических, гидрогеологических или горнотехнических).

Запасы руд, заключенные в охранных целиках крупных водоемов и водотоков, населенных пунктов, капитальных сооружений и сельскохозяйственных объектов, заповедников, памятников природы и культуры, относятся к балансовым или забалансовым в соответствии с утвержденными кондициями.

На разрабатываемых месторождениях вскрытые, подготовленные и готовые к выемке, а также находящиеся в охранных целиках горнокапитальных и горно-подготовительных выработок запасы руд подсчитываются отдельно с подразделением по категориям в соответствии со степенью их изученности.

При подсчет запасов на разрабатываемых месторождениях необходимо производить сопоставление данных разведки и эксплуатации по запасам, условиям залегания, морфологии, мощности, внутреннему строению рудных тел, содержанию полезных компонентов.

В материалах сопоставления должны быть приведены контуры утвержденных и погашенных запасов (в том числе добытых), и площадей прироста, а также сведения о запасах, числящихся на Государственном балансе; представлены таблицы движения запасов (по категориям, рудным телам и месторождению в целом) и баланс руды и металла в контуре погашенных запасов, отражающих изменение утвержденных запасов при доразведке, потери при добыче и транспортировке, выход товарной продукции и потери при переработке руд. Результаты сопоставления сопровождаются графикой, иллюстрирующей изменение представлений о горно-геологических условиях месторождения.

При анализе результатов сопоставления необходимо оценить достоверность данных эксплуатации и установить величины изменений при разработке или доразведке утвержденных параметров (площадей подсчета, мощностей рудных тел, коэффициентов рудоносности, содержаний полезших компонентов, объемных масс и т. д.), запасов и качества руд, а также выяснить причины этих изменении. По месторождению, на котором утвержденные запасы или качество руд не подтвердились при разработке, сопоставление данных разведки и разработки, а также анализ причин расхождения должны производиться совместно организациями, разведывавшими и разрабатывающими месторождение.

Данные эксплуатации должны учитываться при оценке степени изученности рудных тел и отнесении запасов к разным категориям.

При подсчете запасов с использованием компьютера необходимо обосновать применяемые алгоритмы и программы, дать их описание, а также привести данные, обеспечивающие возможность проверки промежуточных и окончательных результатов с помощью обычных методов подсчета запасов.

Подсчет запасов попутных полезных ископаемых и компонентов производится в соответствии с «Требованиями к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов». Подсчет запасов оформляется в соответствии с «Инструкцией о содержании, оформлении и порядке предоставления в ГКЗ СССР и ТКЗ материалов по подсчету запасов металлических и неметаллических полезных ископаемых» (ГКЗ СССР).

13. Подготовленность разведанных месторождений для промышленного освоения.

Подготовленность разведочных золоторудных месторождений для промышленного освоения определяется в соответствии с требованиями пункта 20 раздела IV «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых».

Соотношение балансовых запасов различных категорий установленное подпунктом 20, б Классификации как один из критериев подготовленности разведанного месторождения для промышленного освоения, должно быть достигнуто применительно к суммарным запасам руды, принятым в ТЭО постоянных кондиций.

В случае уменьшения или увеличения по результатам подсчета количества запасов или ухудшения качества руд по сравнению с принятыми в ТЭО кондиций, возможность использования этих кондиций должна быть подтверждена укрупненными технико-экономическими расчетами, а нормативное соотношение запасов различных категорий достигнуто для запасов руд, принятых этими расчетами.

В отдельных случаях по ходатайству заказчиков следует определять целесообразность использования при проектировании запасов категории С2 на месторождениях (участках) 2-й группы и запасов этой категории сверх установленных нормативным соотношением 20 % на месторождениях (участках) 3-й группы. Необходимость использования для этих целей запасов категории С2 должна быть обоснована технико-экономическими расчетами, учитывающими целесообразность повышения срока обеспеченности предприятия запасами или увеличения его производительности, а также горно-геологическне условия и технологические свойства руд.

Возможность полного или частичного (в процентах от подсчитанных) использования этих запасов для проектирования следует обосновать аналогией их геологических и технологических особенностей с запасами более высоких категорий и подтвердить результатами перевода запасов категории С2 в более высокие категории на представительных детально разведанных участках месторождения.

На подготовленных к промышленному освоению золоторудных месторождений (независимо от их группы) вещественный состав и технологические свойства руд должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы их переработки с комплексным изучением содержащихся в рудах компонентов, имеющих промышленное значение, а гидрогеологические, инженерно-геологические, горно- геологические и другие природные условия с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения.

14. Заключение.

Обеспеченность добычи золота сырьевыми ресурсами в основных золотодобывающих странах составляет от 10-15 лет (Австралия, США, Бразилия) до 30-40 лет (Узбекистан, ЮАР, Папуа-Н. Гвинея).

В России обеспеченность выявленными запасами золота даже при увеличении его добычи составляет несколько десятилетий.

В отличии от других стран наибольшее количество известных крупнейших месторождений золота России приурочено к миогеосинклинальным складчатым областям. Все они относятся к прожилково-вкрапленным рудам. Общие запасы в них оцениваются в 2600 т., из которых пока отработанно лишь 6%. Руды трех месторождений – Сухой Лог, Наталинское и Советское, со свободным золотом, рядовые по содержанию золота (2,8-5 г/т) относятся к хорошо обогатимому типу. Четыре месторождения этой группы, практически не отработанные, характеризуются более богатыми (5-12

г/т), но упорными мышьяковистыми труднообогатимыми рудами с преимущественно тонкодисперсным «сульфидным» золотом (Нежданинское, Майское, Кючус и Олимпиада).

Пять месторождений размещаются в областях мезозойской тектономагматической активизации. Из них четыре являются собственно золоторудными и в большей части уже отработаны. Руды в них хорошо обогатимые и характеризуются как низким содержанием золота (Балей, Куранах – 2,5- 3 г/т), так и более высокими (Дарсун, Лебидинское по 15 г/т). К этой группе относятся и комплексные золотоурановые месторождения Эльконского горста (Центральный Алдан), в частности – уникальная по масштабам зона Южная с непрерывной протяженностью оруденения 20 км, уран-серебро-золоторудная зона Федоровская. Зона Южная содержит более 300 тыс. тонн урана, около 300 тонн золота и 5,5 тыс. тонн серебра. Четыре месторождения описываемой группы залегают в пределах молодых вулканоплутонических поясов. Из них три – Многовершинное, Аметистовое и Кубака -являются золоторудными. Практически все их запасы еще не отработаны. Руды в них хорошо обогатимые. Четвертое – существенно серебряное месторождение Дукат, содержит 16 000 тонн серебра со средним содержанием около 500 г/т и 30 тонн золота (1 г/т).

Последние два месторождения выделенной группы – старейшие в России Березовское и относительно новое - Зун-Холбе, залегают в эвгеосинклинальных складчатых областях.

Руды их достаточно обогатимые, на Зун-Холбе - комплексные (Au, Ag, Pb, Zn). Общие запасы золота в этой группе 18 крупнейших месторождений России оценены около 5000 т. Из них отработано лишь 26%.

Мировая цена золота после относительной стабильности 1990-1994 гг. и некоторого роста до 13,3 долл/г., в 1996 г. начала резко опускаться, достигнув в июне 1999 г. 8,1 долл/г.

Годовой объем добычи золота после роста в 80-х годах с 1400 до 2100 т. с 1993 г. относительно стабилизировался на уровне порядка 2200 т.

Добыча золота в России в 1998 г. снизилась до 105 тонн, а в 1999 г. Возросла до 125 тонн. Увеличение добычи золота в России связывается с высокоэффективным освоением новых месторождений, таких как Олимпиадинское в Красноярском крае. Перспективным является и месторождение Кубака в Магаданской области.

Можно также ожидать значительного роста добычи золота из россыпей, чему должны способствовать разрабатываемые новые экономические стимулы деятельности старательских артелей. Проявляется положительная тенденция начала широкого применения в России получения золота из забалансовых отвалов, хвостов золотоизвлекательных фабрик, а также из некоторых благоприятных для этого метода новых месторождений по высокоэффективной технологии кучного выщелачивания. На эту технологию переходит ряд старательских артелей, ранее работавших на россыпях.

Быстрого освоения заслуживают и экономически перспективные комплексные месторождения, как, например, уран-серебро-золоторудное месторождение Федоровское в Центрально-Алданском районе. На более дальнюю перспективу направлены начатые работы по освоению новых крупных месторождений со сложными технологическими характеристиками руд (Нежданинское в Якутии, Майское на Чукотке), а также крупнейших месторождений с относительно бедными рудами (Сухой Лог в Иркутской обл.).

Одной из основных причин, сдерживающих развитие золото-добывающей промышленности, является чрезвычайная раздробленность отрасли. В 1999 г. золото добывали в 26 субъектах федерации 566 недропользователей.

Естественно, мелкие и средние предприятия не имеют достаточных средств для реализации инвестиционных проектов, связанных с освоением новых месторождений. Весьма проблематичным является получение кредитов у российских кредитных организаций, не говоря о западных инвесторах.

В сложившихся экономических условиях необходимо принятие законодательных актов, жестко регламентирующих условия добычи и переработки золота. А также применение целенаправленного финансирования золотодобывающих предприятий, со стороны государства.

Приложение:

**Минералы ЗОЛОТА и СЕРЕБРА**   
Источник:   **Зеленов В.И.** Методика исследования золото- и серебросодержащих руд.  
*-  Москва: Недра, 1989г*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Минерал, формула** | Массовая доля элементов, % | Плотность, г/м3 | Твердость по шкале Мооса | Другие свойства |
| *Самородные металлы, сплавы, интерметаллические соединения  (металл-металл; металл-полуметалл)* | | | | |
| **Золото  Au,** сплавы на его основе | Au  66-98; Ag  2-30; Pd  до 6,5; Bi, Pt, Cu, Fe, Ti, Mn  до 1-3 | 15,6 - 18,3 | 2-3; ковкое | Хороший проводник электричества; в HCl и HNO3 не растворяется; растворяется в "царской водке", HSO4, хлорной воде; диамагнитно; из-за примеси Fe бывает магнитным. |
| **Серебро  Ag** | Ag  97,8-99,3; Au  0,1-1,8; Bi  0,2-0,3; Sb  0,1-2,8; Hg, As, Cu  до 0,5 | 10,1 - 11,1 | 2,5-3; ковкое | Растворяется в HNO3, наилучший проводник электричества; диамагнитно. |
| **Электрум  Au Ag,** золото-серебрянные сплавы | Au  37-63; Ag  36-63;  Pd  до 8; Cu  0,5-2; Se  1,2-1,4 | 12,5 - 15,6 | 2-3; ковкий | --- |
| **Кюстелит  Ag Au** и высокосеребристые сплавы | Ag  61,8-80; Au  20-35,6;  Sb  до 15,4; Cu  до 2,7; Hg  до 2,7; Pb  до 1 | 11,3 - 13,1 | 2-2,5 | --- |
| **Амальгама золота Au2Hg3** | Au  40; Hg  60 | 15,5 | --- | Мягкие частицы и шарики, жидкая масса, кристаллы. |
| **Амальгама золота-серебра Au5Ag10Hg** | Au  до 90; Ag  до 95; Hg  1-35; Cu  < 1 | --- | --- | --- |
| **Аурикуприд Au Cu3** | Au  53-56; Cu  44-46 | --- | 2-3; ковкий | --- |
| **Тетрааурикуприд Au Cu** | Au  69,8-72,6; Cu  21,6-28,1;  Ag  0,5-0,6 | --- | --- | --- |
| **Купроаурид    палладия   (Cu Pd)8Au2** | Au  62,85; Cu  9-25; Pd  6,1-6,5; Pt  до 5,1 | --- | --- | --- |
| **Мошеландсбергит Ag2Hg3** | Hg  64-74; Ag  25,2-36,0; | 13,5-13,7 | 3,5; хрупкий | Растворяется в HNO3. Редкий |
| **Шахнерит Ag Hg** | Ag  40; Hg  60; | --- | --- | --- |
| **Алларгентум Ag6Sb** | Ag  79,8-85,7; Sb  14,1-15,7; Hg  <1 | --- | --- | --- |
| **Анимикит Ag17Sb** | Ag  89,0; Sb  до 11,0 | 9,4 | --- | --- |
| **Ауростибит Au Sb2** | Au  41,3-50,9; Sb  48,1-59,8 | 9,9 | 3-4; хрупкий | Редкий. |
| **Дискразит Ag3Sb** | Ag  73-76; Sb  23-27 | 9,6-9,8 | 3,5 | Разлагается HNO3 с выделением Sb2O3; электроопроводен. |
| **Мальдонит Au2Bi** | Au  65,9; Bi  34,1 | 15,46 | 1,5-2; ковкий | Растворяется только в "царской водке". |
| **Безсмерстовит Au7Cu2Pb Te O2** | Au  68-88,1; Ag  3,2-5,6; Cu  0,5-7,8; Pb  до 11,6; Te  4,8-7,5 | --- | --- | --- |
| **Богдановит Au8Pb Cu Te** | Au  57,1-63,2; Ag  1,7-3,4; Cu  4,1-15,1; Pb  10,7-14,4; Te  9 | --- | --- | --- |
| **Билибинскит Au3Cu2Pb2Te 02** | Au  40-66,2; Ag  0,6-3,0; Cu  7,1-11,8; Pb   до 22; Te  14,1-22,9 | --- | --- | --- |
| **Калаверит Au Te2** | Au  38,7-44,3; Te   52,7-58,1; Ag  до 2,2 | 9,1-9,4 | 2,5-3; хрупкий | Разлагается HNO3 с образованием осадка Au. Температура плавления 464оС |
| **Костовит Au Cu Te4** | Au  25-27,4; Cu  3,0-4,8; Te  64-68 | --- | 2-2,5 | --- |
| **Кренерит (Au Ag) Te2** | Au  30,7-43,9; Ag  1,5-6,7; Te  56-62 | 8,6 | 2,5 ; хрупкий | --- |
| **Монтбрейит Au2Te3** | Au  37,9-47,7; Ag до 2,1; Te  47-57,8 | --- | --- | --- |
| **Сильванит Au Ag Te4** | Au  24-29,8; Ag  9,1-15,0; Te  60-64 | 8,1-8,2 | 1,5-2; хрупкий | Разлагается HNO3 с образованием осадка Au. |
| **Петцит Ag3Au Te2** | Ag  34,8-43,4; Au  23,6-27,4; Te  21,3-34,4 | 8,7-9,4 | 2,5-3; слегка ковкий до хрупкого | Разлагается HNO3 с образованием осадка Au. |
| **Волынскит Ag Bi Te2** | Ag  10,3-20,5; Bi  23,0-37,2; Te  42,8-55,6; Se  до 6,2 | --- | --- | --- |
| **Гессит Ag2Te** | Ag  47,4-66,9; Au  до 14,7; Te  24,7-40,6; Pb  до 18,1 | 8,2-8,4 | 2-3; режется ножом | Разлагается HNO3. При 150оС переходит в высокотемпературную модификацию. Температура плавления 955-959оС |
| **Генрит (Cu, Ag)2Te** | Ag  29-30; Cu  22-23; Te  46-49 | --- | --- | --- |
| **Сопчеит Ag4Ag3Te4** | Ag  32,6-33,5; Pd  23,9-25,0; | --- | --- | --- |
| **Теларгпалит (Pd, Ag)4Te** | Pd  38,9-42,3; Ag  28,2-31,2; Te  19,6-27; Pb   до 8,5 | --- | --- | --- |
| **Штютцит Ag5Te3** | Ag  56,5-59,9; Te  39,7-43,2; Au   до 1,0 | --- | --- | --- |
| **Эмпрессит Ag Te** | Ag  44-45; Te  53,6-55,8; Pb, Cu, Fe, S   < 0,5 | --- | --- | --- |
| *Сульфиды и им подобные соединения; сульфосоли* | | | | |
| **Петровскаит Au Ag (S, Se)** | Au  55,9-60,5; Ag  29,8-33,3; S  9,1-9,7; Se  1-1,8 | --- | --- | --- |
| **Итенбогардтит Ag3Au S2** | Ag  53,2-57,1; Au  27,3-35,3; S  10,3-12,4; Cu до 3,6 | --- | --- | --- |
| **Акантит Ag2S** | Ag  77,6-89,4; S  12,6-15,4; Se  до 15 | 7,2-7,3 | 2-2,5; ковкий | Разлагается HNO3 с выделением серы; электропроводен. |
| **Аргентопентландит Ag Fe5Ni3S8** | Ag  10,2-20,1; Fe  31,9-38,2; Ni  12,6-28,3 | --- | --- | --- |
| **Ялпаит Ag3,Cu S2** | Ag  69,6-73,8; Cu  13,1-17,0; S  12,8-16,3; Sb до 2,3 | 6,9 | 2,5; ковкий | --- |
| **Балканит Ag5, Cu9,Hg S8** | Ag  33,1-33,3; Cu  37,1-37,4; Hg  13,8-14,0 | --- | --- | --- |
| **Штромейрит Ag Cu S** | Ag  39,8-44,0; Cu  26,8-33,7; S  15,4-22,0 | 6,2-6,3 | 2,5-3 | Разлагается HNO3 ; в HCl образуется осадок AgCl. |
| **Аргиродит Ag8Ge S6** | Ag  63,6-75,3; Ge  5,7-6,9; S  6,8-21,9 | 6,1-6,3 | 2,5; хрупкий | Разлагается HNO3 |
| **Канфильдит Ag8Sn S6** | Ag  60,0-77,2; Sn  7,7-14,3; S  8,9-20,5 | 6,3 | 2,5 | --- |
| **Аргентопирит Ag Fe2S3** | Ag  33,0-35,3; Fe  35,7-38,3; S  28,3-28,6 | --- | --- | --- |
| **Штернбергит Ag, Fe2S3** | Ag  33,4-36,8; Fe  34,0-39,9; S  26,9-31,3 | 4,1-4,2 | 1-1,5 | Растворим в царской водке с выделением S и осадка AgCl. |
| **Окартит Ag2Fe Sn S4** | Ag  36,0-43,0; Sn  23,1-28,0; Fe  7,5-8,3; S  22,5-27,0 | --- | --- | --- |
| **Фрейбергит (Ag,Cu)10(Fe,Zn)2Sb4S13** | Ag  21,7-36,6; Cu  12,4-22,8; Zn  0,1-4,7; Sb  21,7-28,3 | --- | --- | --- |
| **Диафорит Ag3Pb2Sb3S8** | Ag  23,5-25,3; Pb  27,0-31,2; Sb  25,8-29,4 | 6 | 2,5-3; хрупкий | --- |
| **Фрейслебенит Ag Pb Sb S3** | Ag  19,1-23,8; Pb  28,7-41,6; Sb  18,7-29,1 | --- | 2-2,5; очень хрупкий | --- |
| **Пирсеит Ag16As2S11** | Ag  56,6-74,2; As  5,2-10,0; S  10,0-18,0; Cu  1,4-18,0 | 6,1 | 3 | Разлагается HNO3 |
| **Полибазит Ag16Sb2S11** | Ag  61,6-72,2; Sb  2,7-10,7; S  11,0-18,5; Cu   до 11,4 | 6,3 | 2-3 | Разлагается HNO3 |
| **Биллингслеит Ag7As S6** | Ag  76,2; As  5,8; S  16,4 | --- | --- | --- |
| **Стефанит Ag5Sb S4** | Ag  55,8-71,5; Sb  11,8-16,6; S  1,0-18,6 | 6,2-6,3 | 2-2,5 | Разлагается в HNO3 с выделением S и Sb2O3 |
| **Пиростильпнит Ag3Sb S3** | Ag  58,4-59,8; Sb  23,2-23,5; S  17,2-18,1 | 5,9 | 2 | --- |
| **Ксантоконит Ag3As S3** | Ag  62,6-62,7; As  14,5-14,7; S  18,7-18,8 | 5,5 | 2-3; хрупкий | --- |
| **Прустит Ag3As S3** | Ag  64,5-64,7; As  10,5-15,1; S  7,9-19,3; Sb  до 5,6 | 5,6 | 2-2,5; хрупкий | Разлагается в HNO3 с выделением S и As2O3 |
| **Пираргирит Ag3Sb S3** | Ag  49,5-62,9; Sb  16,3-24,8; S  14,4-20,0 | 5,8 | 2-2,5; хрупкий | Разлагается в HNO3 с выделением S и Sb2O3 |
| **Миаргирит Ag Sb S2** | Ag  28,9-37,6; Sb  32,2-41,5; S  2,5-27,5 | 5,1-5,2 | 2 | --- |
| **Нагиагит Pb7Au (Te,Sb)5S6** | Au  8,0; Pb  56,0; Sb  11,0; Te  8,0; S  16,0 | 7,2-7,5 | 1-1,5 | В HNO3 растворяется с выделением золота. |
| **Фишессерит Ag3Aub Se2** | Ag  47,5-52,8; Au  24,5-28,4; Se  12,8-24,9; S  до 7,9; Cu  до 4 | --- | --- | --- |
| **Пинженит (Ag,Cu)4Au (S,Se)4** | Ag  50,7-51,3; Au  24,5-25,4; Cu  3-4; Se  12,8-14,1 | --- | --- | --- |
| **Богдановичит Ag Bi Se2** | Ag  22,0-24,2; Bi  43-46; Se  27-34 | --- | --- | --- |
| **Науманит Ag2Se** | Ag  67,8-78,8; Se  17,1-26,0; Se  27-34; Pb  до 5 | 8 | 2-2,5; ковкий | --- |
| **Эвкайрит Ag Cu Se** | Ag  41,2-43,4; Cu  25,3-26,3; Se  28,5-32,3 | 7,6-7,8 | 2-3 | --- |
| **Агвиларит Ag4Se S** | Ag  75,2-80,7; Se  12,9-19,6 | 7,6 | 2,5 | --- |
| **Рамдорит Ag Pb2Sb3S7** | Ag  9,6-11,3; Pb  32,0-35,7; Sb  35,5-36,1 | 5,3 | 3-3,5 | --- |
| **Овихиит Ag2Pb5Sb6S15** | Ag  5,7-8,8; Pb  40,8-46,5; Sb  28,2-31,3 | 6 | 2,5; хрупкий | --- |
| **Физелиит Ag2,Pb5Sb3S18** | Ag  6,0-7,7; Pb  33,9-39,6; Sb  32,8-35,0 | 5,6 | 2; хрупкий | --- |
| **Матильдит Ag Bi S2** | Ag  14,0-27,3; Bi  30,1-60,7; S  15,1-17,9 | 6,9 | 2,5 | --- |
| **Густавит Ag3,Pb5Bi11S24** | Ag  6,6-9,4; Pb  18,0-27,1; Bi  50,3-55,7 | --- | --- | --- |
| **Павонит Ag Bi3S5** | Ag  8,5-11,1; Bi  63,9-66,2; S  17,7-18,3 | --- | --- | --- |
| **Бенжаминит Ag3,Bi7S12** | Ag  5,2-14,2; Bi  51,6-69,0; S  14,9-18,4 | 6,3 | 3,5 | --- |
| **Самсонит Ag4,Mn Sb2S6** | Ag  46,8; Mn  6,0; Sb  26,4; S  20,9 | 5,5 | 2,5; хрупкий | --- |
| *Галоиды и сульфаты* | | | | |
| **Хлораргирит Ag Cl** | Ag  75,2; Cl  21,9-24,7; Br  до 4,9 | 5,5 | 2,5 | --- |
| **Бромаргирит Ag Br** | Ag  56,7; Br  38,9 | 5,8-6 | --- | --- |
| **Йодаргирит Ag I** | Ag  45-47; I  54-52 | 5,5-5,7 | 1-1,5 | Диамагнитен |
| **Майерсит (Ag,Cu) I4** | Ag  38; I  56; Cu  5,6 | 5,6 | 2,5; хрупкий | Растворим в аммиаке |
| **Эльболит Ag (Cl,Br)** | Ag  63-67; Cl  8-13; Br  19-28 | 5,8 | --- | --- |
| **Аргентоярозит Ag Fe3(SO4)2(OH)6** | Ag  до 20; Fe2O3  42; S O3  28 | --- | 3,5 | --- |