

Приложение № 1  
к протоколу заседания Государственной  
комиссии по запасам полезных  
ископаемых  
от «8» июня 2023г. № 1295

**ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ПРИМЕНЕНИЮ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАПАСОВ  
К МЕСТОРОЖДЕНИЯМ СЕРЕБРЯНЫХ РУД**

I. Общие сведения

II. Группировка месторождений по сложности геологического строения

III. Требования к изученности месторождений

IV. Требования к подсчету запасов

V. Оценка степени изученности месторождений

VI. Пересчет и переутверждение запасов

VII. Заключение

Приложение. Характеристические показатели сложности геологического строения месторождений твердых полезных ископаемых.

Настоящая Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям серебряных руд (далее Инструкция) определяет основные требования к изученности и подсчету запасов месторождений серебряных руд, степени подготовленности их для промышленного освоения.

Инструкция разработана взамен «Инструкции по применению классификации запасов к месторождениям серебряных руд», утвержденной Госкомгеологии 9 июля 2003 г.

В Инструкцию с учетом отечественной и зарубежной практики геологоразведочных работ по оценке и разведке месторождений серебряных руд и подсчета запасов, а также в соответствии с «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (приложение №4 к протоколу ГКЗ № 1185 от 26.09.2022г.).

Авторы: Глейзер Л.М., Охунов А.Х., Раҳмонова Н.Б.

**I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

1. Серебро – элемент 11 группы Периодической системы Д.И. Менделеева. Порядковый номер 47, атомный вес 107,88. Состоит из двух устойчивых изотопов: Ag<sup>107</sup> и Ag<sup>109</sup>.

Серебро - благородный металл красивого белого цвета. Плотность 10,493-10,522; температура плавления 960,5° С, температура кипения 1955° С.

Обладает наивысшей из всех металлов электропроводностью и теплопроводностью, высокой отражательной способностью и ковкостью (из серебра можно выковать пластинки толщиной до 0,00025 мм, а из 1 г металла вытянуть проволоку длиной 1800 м), относительной инертностью к химическим превращениям и способностью образовывать сплавы и химические соединения с алюминием, цинком, оловом, золотом, медью,

бериллием, редкоземельными металлами, платиноидами и др.

Образует сплавы со многими тяжелыми металлами. С ртутью серебро образует амальгаму.

В химических соединениях серебро преимущественно одновалентно. С кислородом в обычных условиях не соединяется, растворяя его в расплавленном состоянии и выделяя при остывании. При повышенных температурах и давлении образует окись серебра темно-бурого цвета. Гидроокись является основанием средней силы; с серой при высокой температуре образует сульфид серебра, отлагающийся на поверхности серебра под воздействием сероводорода. Хорошо растворяется в азотной и горячей концентрированной серной кислоте, реагирует со свободными галогенами при обычной температуре. Серебро восстанавливается из его соединений. Растворяется ограниченно в меди, ванадии, молибдене, вольфраме, хроме, никеле, железе, кобальте.

Серебро – промышленный элемент, имеющий широкое применение в кино- и фотоиндустрии и разнообразных областях электротехники и электроники. В электротехнике серебро, являющееся наилучшим из всех проводников, используется для изготовления проводов, выключателей, контактов, предохранителей, экранирующих оплеток проводов, припоев для пайки и сварки, портативных элементов питания, солнечных батарей, обогревателей для стекол машин. В электронике серебро и серебросодержащие сплавы применяются для изготовления печатных плат, микросхем, мембранных выключателей, токопроводящих паст и клея. Уникальная отражательная способность серебра позволяет использовать его при изготовлении зеркальных покрытий на стекле, пластике и металлах. Значительное количество серебра расходуется на гальваническое покрытие деталей машин, работающих при повышенных нагрузках: так, в авиационных реактивных двигателях используются подшипники только с серебряным покрытием. Галогенные соединения серебра входят в состав фотохромного стекла, способного менять светопропускающую способность и блокирующего фиолетовые части солнечного спектра. Каталитические свойства и химическая стойкость серебра обусловили применение его в химической промышленности (для изготовления катализаторов, сосудов для хранения жидкостей и пр.).

Вместе с тем, возможности его использования не ограничиваются этими областями. Серебро сохраняет роль второго валютного металла и широко используется в ювелирной промышленности и в области тезаврации. Изделия из серебра во всем мире пользуются большим спросом. Ионы серебра, попадая в организм, оказывают на него благотворное, до конца не исследованное антибактерицидное воздействие. На этом основаны широкие перспективы применения серебра в медицине и фармацевтической промышленности. Помимо этого, серебро Сфера промышленного применения серебра непрерывно расширяется.

2. Серебро - малораспространенный элемент земной коры, кларк его

составляет 0,00001% (по А.П. Виноградову).

В природе известно 60 серебряных и серебросодержащих минералов, подразделяемых обычно на 6 основных групп. Важнейшие промышленные минералы серебра приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Важнейшие промышленные минералы серебра

Минерал	Химическая формула	Содержание серебра	Плотность, г/см <sup>3</sup>
<b>I. Минералы, в которых серебро присутствует в металлической форме</b>			
Самородное серебро	Ag	80-100	10,1-11,1
Электрум	Ag	25-75	12,5-15,6
Кюстелит	Ag	75-90	11,25-13,10
<b>II. Простые сульфиды</b>			
Аргенит (акантит)	Ag <sub>2</sub> S	87,1	7,2-7,4
<b>III. Сложные сульфиды (сульфосоли)</b>			
Миаргирит	AgSbS <sub>2</sub>	39,9	5,1-5,3
Пирааргирит	Ag <sub>3</sub> SbS <sub>3</sub>	59,76	5,77-5,86
Степанит	Ag <sub>5</sub> SbS <sub>4</sub>	68,3	6,5
Прусит	Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub>	65,4	5,6
Полибазит	(AgCu) <sub>16</sub> Sb <sub>2</sub> S <sub>11</sub>	62,1-74,9	6,27-6,33
Матильдит	AgBiS <sub>2</sub>	28,33	6,9
Штромейерит	CuAgS	53,0	6,3
Фрейбергит	AgCu <sub>12</sub> Sb <sub>4</sub> Si <sub>13</sub>	17,71	4,4-5,5
<b>IV. Антимониды</b>			
Дискразит (интерметаллид)	Ag <sub>3</sub> Sb	72-84	9,8
<b>V. Теллуриды и селениды</b>			
Гессит	Ag <sub>2</sub> Te	63,3	8,45
Науманнит	Ag <sub>2</sub> Se	73,5	7,9
Петцит	Ag <sub>3</sub> AuTe	42,0	9,02
<b>VI. Галлоиды и сульфаты</b>			
Кераргирит	AgCl	75,3	5,55
Эмболит	Ag(Cl,Br)	65,2	5,4
Бромирит	AgBr	57,44	6,42
Йодирит	AgJ	45,95	5,7
Аргентоярозит	AgFe <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [OH] <sub>6</sub>	18,9	3,6-3,8
<b>VII. Амальгамы серебра</b>			
Аркверит	Ag,Hg (до 13%)		
Конгсбергит	Ag,Hg (до 15%)		
Бордозит	Ag,Hg (до 31%)		

VII группа минералов серебра представляет собой разновидности амальгам серебра с различным содержанием ртути.

Наиболее часто встречающийся минерал - самородное серебро - содержит до 10% золота, 6-7% меди, до 1% железа, иногда сурьму, висмут, ртуть.

Самородное серебро гипогенного происхождения образует округлые, каплевидные, неправильные выделения в пирите, арсенопирите, галените, блеклой руде; выполняет пустоты в агрегатах кварца, встречается в сростках с кальцитом.

В зоне гипергенеза серебряные руды легко окисляются с образованием галлоидов (кераргирит) и вторичного самородного серебра; при этом нередко происходит обогащение серебром зоны окисления. Самородное серебро здесь встречается в виде дендритов, пластинок, волосовидных, проволоковидных, пленочных образований в тесном срастании с халькозином, церусситом, малахитом.

3. Все промышленные месторождения серебра являются эндогенными и в большинстве своем представлены комплексными рудами сложного состава.

Месторождения серебра разделяются на, собственно, серебряные, удельная ценность серебра в которых превышает 50%, и серебросодержащие, в которых серебро входит в состав руд в качестве попутного промышленного компонента.

По масштабам оруденения собственно серебряные месторождения подразделяются на весьма крупные - более 3 тыс. т серебра, крупные - 2-3 тыс.т, средние - 1-2 тыс.т, мелкие - 0,3 - 1 тыс.т.

4. Собственно серебряные месторождения представлены пятью основными геолого-промышленными типами: полиметаллически-серебряным, золото-серебряным, арсенидно-серебряным, серебро-порфировым и стратиформно - серебряным.

Наибольшее распространение имеют месторождения полиметаллически-серебряного и золото-серебряного типов.

**Полиметаллически-серебряный** тип включает цинково-свинцово-серебряные и существенно свинцово-серебряные месторождения Приурочены они к вулканическим поясам, зонам тектоно-магматической активизации, ассоциируя с вулканогенными породами, субвулканическими интрузиями андезит-дацитового и риолитового ряда. С более основными вулканогенными комплексами преимущественно связаны цинково-свинцово-серебряные месторождения, часто с новышеенным содержанием меди (Саншайн, США; Серро-де-Паско, Тикампа-Айха, Перу), с кислыми-свинцово-серебряные (Эль-Потоси, Дельор, Мексика).

На территории Центральной Азии в основном развиты месторождения свинцово-серебрянного типа, связанные с позднепалеозойским (нижне-пермским) кислым вулканизмом в Кураминской зоне Срединного Тянь-Шаня

(Канджольское, Тарыэкан, Большой Канимансур, Таджикистан; Лашкерек, Узбекистан).

Месторождения размещаются в позднеорогенных вулкано-тектонических структурах (кальдерах), выполненных риолитовыми, риолит-дицитовыми комплексами, или в различных по составу породах субстрата (интрузивных, эфузивных). Представлены жильными, минерализованными зонами, штокверками. Руды массивные, вкрапленные, прожилково-вкрапленные, по составу кварц-карбонатно-сульфидные. Среди сульфидов преобладает галенит, подчиненное значение имеют сфалерит, халькопирит, блеклые руды. Наиболее распространенные минералы серебра: серебро самородное, акантит (аргентит), а также сульфосоли (фрейбергит, полибазит, пиаргирит, стефанит и др.) С глубиной отмечается увеличение содержания меди, висмута, золота.

Содержание серебра в рудах обычно находится на уровне 200 - 500 г/т, на крупных штокверковых месторождениях с вкрапленным, прожилково-вкрапленным оруденением - 50-100 г/т (Большой Канимансур).

**Золото-серебряный тип.** Среди существенно сереброрудных месторождений Узбекистана основную роль играют золото-серебряные месторождения в палеозойских терригенных и карбонатно-терригенных отложениях (Центральные Кызылкумы). Представлены они жильно-прожилковыми зонами, контролирующими разрывными нарушениями и их сочленениями. По минеральному составу выделяются месторождения золото-серебро-сульфосольного (Высоковольтное, Джасаул), золото-серебро-сульфидного (Косманачи, Кумышсай) и серебро-полисульфидно-сульфосольного (Окжетпес) типов. Месторождения первых двух типов залегают в терригенных породах (песчаники, алевролиты, аргиллиты), третьего – в карбонатных породах на контакте с терригенными.

Руды месторождений **золото-серебро-сульфосольного типа** сложены кварцем, карбонатом, небольшим количеством (до 3,5-5%) сульфидов (преимущественно пирит, арсенопирит, антимонит). Серебряная минерализация представлена акантитом, сульфосолями серебра (полибазит, стефанит, пиаргирит и др.), гесситом, наumannитом, реже самородным серебром. Золото заключено в сульфидах, минералах серебра, присутствует оно также в самородном виде. Содержание серебра до 200 - 400 г/т, в среднем 45 - 50 г/т, золота до 1,0 г/т. Рудные тела крутопадающие, мощностью от 1,0 до 40 м, протяженностью по простирианию 80 - 500 м, по падению до 600м.

Для месторождений **золото-серебро-сульфидного типа** характерна связь серебра преимущественно с самородным серебром, серебросодержащим тетраэдритом, в меньшей степени с акантитом и сульфосолями (фрейбергит, полибазит и др.). В рудах присутствует шеелит, пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит, антимонит. Содержание серебра 50-400 г/т, в среднем 100-110 г/т, золота - менее 1 г/т. Рудные тела имеют в основном пологое падение. Мощность от 4-5 до 30 м, протяженность по простирианию 180-500 м,

по падению до 950 м.

В рудных телах **серебро-полисульфидно-сульфосольного типа** основными минералами-концентраторами серебра являются галенит и тетраэдрит. Из минералов серебра преобладают акантит и полибазит. Руды низко мышьяковистые, из сульфидов в основном развит пирит, реже сульфиды цинка, свинца. Содержание серебра 120 - 280 г/т, в среднем 135 г/т, золота 0,1 - 0,2 г/т. Рудные тела крутопадающие, мощностью от 10 до 20 м, протяженность по простиранию составляет от 200 до 1250 м, по падению до 150 м.

Среди месторождений золото-серебряного типа важную роль играют вулканогенные месторождения. Такие вулканогенные существенно серебряные месторождения (соотношение Ag : Au- более 100) характерны в основном для молодых мезо-кайнозойских вулканических поясов (Американско-Тихоокеанский, Охотско-Чукотский). Приурочены в основном к вулканическим постройкам, сложенным риолитовыми или андезит-дацит-риолитовыми комплексами пород (Гуанохуато, Пачука, Мексика; Дукатское, Россия).

Месторождения представлены минерализованными и жильными зонами, штокверками. Руды преимущественно кварц-адулярового состава с самородным серебром, акантитом, сульфосолями серебра, самородным золотом. С глубиной отмечаются увеличение сульфидов свинца и цинка. Содержание серебра в рудах 200 - 500 г/т и более.

На территории Узбекистана известны небольшие месторождения, которые являются переходными к собственно золото-серебряному типу (Реваштинское рудное поле, Чаткальский район). Оруденение приурочено к верхнепалеозойской вулканической депрессии, выполненной андезито-дацитами, дацитами, липарито-дацитами. Связано с кварцевыми жилами, зонами прожилкового и метасоматического окварцевания. Руды преимущественно убогосульфидные, с самородным золотом, серебром, сульфосолями серебра, серебросодержащими блеклыми рудами. Содержание серебра 200 - 400 г/т и более при соотношении Ag : Au около 60 : 1, однако основную промышленную ценность составляет золото.

**Арсенидно-серебряный тип** относится к пятиэлементной формации (Co-Ni-Bi-U-Aq). Характеризуется резко преобладающей ролью серебра, присутствующего главным образом в самородной форме, в ассоциации с арсенидами Fe, Ni, Co. Месторождения этого типа хотя и малораспространенные, но отличаются значительными запасами серебра с высокими его концентрациями, достигающими десятки кг/т (Кобальт, Большое Медвежье озеро, Канада: Яхимов, Шнееберг и др., Рудные горы Чехии и Германии). В Узбекистане типичным представителем является месторождение Актепе (Кураминские горы), приуроченное к габбро-монцонитовому массиву, прорванному сиенитами и субщелочными базитовыми дайками верхнего палеозоя. Представлено сериями жильных зон, состоящих из сближенных жил мощностью от 1-2 до 30 см, в раздувах

до 1 м, и протяженностью от десятков до нескольких сотен метров. Основная масса серебра в рудах связана с самородным серебром, в меньшей степени с акантитом и сульфосолями серебра. В различных соотношениях присутствуют арсениды Ni, Co, Fe, самородный висмут, висмутин, оксиды и силикаты урана, из жильных минералов - карбонат, реже кварц, хлорит. Содержание серебра от 0,5 до 30 кг/т, в среднем 1,9 кг/т. Арсенидно-серебряное оруденение в основном локализуется в меланократовых разностях габбро. При пересечении жил сиенитов, сиенито-монzonитов в них увеличивается содержание висмута, урана.

**Месторождения серебряно-порфирового и стратиформного серебряного** типов приобрели промышленное значение лишь в последние годы. Представляют собой хотя и крупные по запасам, но бедные месторождения с содержанием серебра на уровне 65-75 г/т.

Серебряно-порфировые месторождения приурочены к кальдерам, выполненным риолитами (Деламар, Уотерлу, США). Рудные штокверки тяготеют к покровам и жерловинам риолитов. Главным рудным минералом является науманнит, образующий вкрапленности в кварцевых прожилках и окремненных риолитах.

Присутствуют акантит, самородное серебро, селеносодержащие сульфосоли серебра, самородное золото (до 1 г/т).

Стратиформные серебряные месторождения представлены вкрапленными рудами в терригенных отложениях (песчаники, алевролиты) вблизи вулканических центров (Реаль-де-Анхелес, Мексика) или в турах риолитов, вулканогенно-осадочных породах (Деламар и др. США). Оруденение вкрапленное, прожилково-вкрапленное с фрейбергитом, акантитом, стефанитом, серебросодержащим галенитом, часто халькозином. Из других минералов присутствуют пирротин, сфалерит. Предполагается связь оруденения с термальными источниками.

Месторождения серебряно-порфирового и стратиформного серебряного типов в Узбекистане не установлены. Близким к серебряно-порфировому типу является месторождение Большой Канимансур в Таджикистане.

5. Несмотря на наличие собственно серебряных месторождений, ведущую роль в мировой добыче серебра играют комплексные серебросодержащие месторождения: золоторудные, полиметаллические, медно-порфировые, оловянные, медиистые песчаники и др.

В Узбекистане таким важным источником серебра являются серебро-золоторудные месторождения (Кочбулак, Кызылалмасай, Чадак, Гузаксай, Марджанбулак и др. - содержание серебра в рудах более 30-50 г/т), медно-порфировые (Кальмакыр, Сарычеку, Ёшлик I - содержание серебра 2,5 - 3 г/т). Существенно обогащены серебром колчеданно-полиметаллические месторождения (Хандиза, Южный Узбекистан, - содержание серебра в рудах 50 – 150 г/т), оловянные, приуроченные к kontaktам гранитоидов с карбонатно-терригенными породами (Карнаб, Лапас, Южный Узбекистан, - 20-70 г/т), скарново-полиметаллические, связанные

с нижнепермскими суббулканическими интрузиями кварцевых порфиров (Кумышкан, Восточный Узбекистан, - более 100 г/т). Имеются проявления олова с серебром, связанные с нижнепермскими липаритами (Северный Шаваз и др., Восточный Узбекистан), серебросодержащих медистых песчаников типа Мансфельдских (Бабатаг, Южный Узбекистан).

6. Технология переработки руд с целью получения концентратов, содержащих серебро, зависит от их минерального состава, степени окисления, комплексности, текстуры и структуры, крупности зерен, степени взаимного прорастания одних минералов другими, сопротивляемости руд дроблению и степени шламообразования при их дроблении и измельчении, наличия в руде вредных примесей.

Для выделения минералов, обладающих повышенной плотностью (самородное серебро, природные его сплавы, простые сульфиды, теллуриды, селениды и другие минералы, не связанные тесно с более легкими компонентами руды), может быть эффективно гравитационное обогащение.

Большинство минералов серебра (сульфиды простые и сложные, теллуриды, самородное серебро) обладают достаточно высокой флотационной способностью.

Эффективным методом извлечения серебра является цианирование. Наиболее легко поддаются цианированию галлоиды, сульфаты и металлические формы серебра. Труднее цианируются простые сульфиды серебра. Руды, содержащие мышьяковистые, сурьмянистые соединения и теллуриды серебра, а также характеризующиеся тонкими включениями серебра в силикатах, относятся, как правило, к категории упорных, требующих специальных методов гидрометаллургии (например, бромцианистый процесс), переработки по комбинированным технологическим схемам или увеличения степени измельчения исходного материала.

Значительная группа минералов плохо поддается непосредственному цианированию даже в жестких режимах выщелачивания, и для извлечения серебра применяются пирогидрометаллургические схемы, включающие обжиг с последующим цианированием огарка.

Серебряные руды всех промышленных типов отличаются комплексностью, соответственно выделяют золото-серебряные, свинцово-серебряные, сурьмяно-серебряные и другие руды.

Основным технологическим процессом переработки многокомпонентных руд (с тремя и более ценными компонентами) является селективная флотация, дополняемая в некоторых случаях гидрометаллургическим переделом. Флотация должна обеспечивать получение селективных концентратов, кондиционных по каждому ценному компоненту, перерабатываемых на месте или на специализированных металлургических заводах.

В основу схемы комплексной переработки руд, содержащих одновременно золото и серебро, должны закладываться режимы и процессы, обеспечивающие максимальное извлечение серебра как наиболее упорного

в технологическом отношении компонента.

Упорными в технологическом отношении рудами являются руды с тонкодисперсным серебром, не извлекаемым прямым цианированием.

По степени окисленности (определенной обычно соотношением количества оксидного железа к общему его содержанию в сульфидной и оксидной форме) руды подразделяются на сульфидные (первичные, до 10%), смешанные (частично окисленные 10-80%) и окисленные (больше 80%).

Наибольшее промышленное значение в настоящее время имеют сульфидные руды, в которых серебро представлено сульфидами простыми и сложными, теллуридами и селенидами, ассоциированными часто с металлическим серебром. В рудах зоны окисления и особенно в верхней части ее преобладают кераргирит и сульфаты серебра наряду с оксидами железа и марганца. Такие руды в большинстве случаев перерабатываются прямым цианированием.

Из сульфидных концентратов серебро извлекают цианированием после биооксидации, либо окислительного обжига, пирометаллургией.

Биооксидация сочетает в себе одновременно бактериальное разрушение (оксиацию) сульфидов и перевод мышьяка в трудно растворимые формы типа скородита, питтицита (арсенат железа). Вскрытое в результате биооксидации серебро становится доступным цианистым растворам.

6.1. Руды серебро-полиметаллически-кварцевого типа вследствие комплексного состава и относительно невысоких содержаний полезных компонентов подвергаются обогащению, преимущественно флотацией. В целях повышения содержаний свинца и цинка в рудах, направляемых на флотацию, нередко применяется предварительное гравитационное обогащение в тяжелых суспензиях, в результате чего отделяется 30-40% пустой породы с небольшими потерями свинца, цинка и меди в легкой фракции. Это позволяет вовлекать в промышленное освоение руды с относительно низкими содержаниями металлов. Для флотации свинцово-цинковых руд применяются следующие схемы: коллективная флотация с последующей селекцией коллективного концентрата; коллективно-селективная схема; последовательная селективная флотация. Серебро сосредотачивается, в основном, в свинцовом и цинковом концентратах, из которых оно может быть получено в процессе последующей металлургической переработки.

Требования к качеству свинцовых и цинковых концентратов подробно изложены в инструкции по применению классификации запасов к месторождениям свинцовых и цинковых руд.

Основным способом переработки свинцовых концентратов является восстановительная плавка агломерированных концентратов в шахтных печах.

Переработка цинковых концентратов производится 2-мя способами - пирометаллургическим (дистиляционным) и гидрометаллургическим (электролитным).

Переработка коллективных полиметаллических концентратов

в последнее время успешно осуществляется в электропечах.

При комплексной переработке сырья на металлургических предприятиях концентрация золота и серебра в промпродуктах свинцово-цинкового производства повышается в сравнении со средним содержанием в руде: в клинкере соответственно в 7 и 6 раз, в шликерах - в 50 и 30 раз, в серебристой пенке - в 1400 и 1100 раз, в шпейзе - в 180 и 22 раза.

6.2. Для руд золото-серебро-кварцевого типа вследствие исключительного разнообразия свойств золотосеребряного сырья, обусловленного различиями вещественного состава руд и особенностями содержащегося в них золота и серебра, технологические схемы переработки в большинстве случаев состоят из комбинации процессов обогащения, пиро- и гидрометаллургии, биооксидации.

Основные процессы, применяемые при обработке золото-серебряных руд, включают: рудосортировку, дробление, измельчение, обесшламливание и т.д., гравитационное и флотационное (коллективное или селективное) обогащение, цианирование по фильтрационной или сорбционной технологии или пирометаллургическую переработку (обжиг, плавку) руд и концентратов; заключительным процессом является аффинаж золота и серебра. Выделение серебра, входящего в состав золото-серебряных концентратов, производится на аффинажных заводах. В последнее время получили развитие новые прогрессивные технологические процессы: радиационная сортировка, пенная сепарация, тиокарбомидное и бактериальное выщелачивание, хлоридовозгонка. Для бедных руд целесообразно применение кучного выщелачивания.

6.3. Технология переработки серебро-арсенидных руд обуславливается их минеральным составом, степенью окисления, комплексностью, текстурой и структурой, крупностью зерен и многими другими показателями.

Основными промышленно-ценными компонентами руд являются самородное серебро, акантит, пирагирит, прустит, керагирит. Самородное серебро преимущественно неправильной формы и имеет размеры от 0,01 до 1,0мм.

При обогащении серебро-арсенидных руд применяется гравитационно-флотационная схема с цианированием хвостов флотации, при этом в объединенный гравифлотоконцентрат извлекается до 99% серебра. Полученные грави- и флотоконцентраты должны отвечать установленным нормам. Единые нормы для этих концентратов не утверждены, они должны обеспечивать рентабельную работу металлургического предприятия.

Дальнейшая переработка продуктов обогащения производится на металлургических заводах в основном путем цианирования с последующим осаждением серебра из растворов электролизом.

## **II. ГРУППИРОВКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО СЛОЖНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ**

7. По размерам и форме рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и особенностям распределения полезных компонентов месторождения серебряных руд соответствуют 2-й, 3-й и 4-й группам «Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (приложение №4 к протоколу ГКЗ № 1185 от 26.09.2022г.).

**Ко 2-ой группе** относятся месторождения (участки) сложного геологического строения, характеризующиеся изменчивыми мощностью и внутренним строением рудных тел полезного ископаемого. Рудные тела представлены крупными и средними линзообразными и протяженными пластообразными залежами (1-3 км по простирации, первые сотни метров по падению), крупными минерализованными и жильными зонами (протяженностью более 1 км и мощностью от 1-2 до 70-80 м) или штокверками (площадью более 1 кв.км), жилами значительной мощности (до 3-4м). Рудная минерализация распределена неравномерно (коэффициенты вариации линейных запасов серебра находятся в пределах 40-100%) - месторождение Высоковольтное.

**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, линзообразными, пластообразными залежами (первые сотни метров по простирации и падению, мощностью 1-2м), жилами (изменчивой мощности от нескольких см до 3м) сложного строения и небольшими очень сложного строения трубообразными, линзовидными залежами с резко изменчивой мощностью и весьма неравномерным распределением основных нежных компонентов (коэффициенты вариации линейных запасов серебра колеблются в пределах 100-180%) - месторождения Косманачи, Окжетпес, Лашкерек.

**К 4-ой группе** относятся месторождения весьма сложного геологического строения, представленные мелкими по размерам (протяженностью в первые десятки метров) единичными или сближенными очень маломощными (до 0,3-0,4 м) линзами, жилами, минерализованными зонами, залежами с резко изменчивой мощностью или интенсивно нарушенным залеганием и телами с чрезвычайно сложным прерывистым, гнездообразным распределением рудных скоплений (Актепа).

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

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗУЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

9. Для наиболее эффективного изучения месторождений необходимо соблюдать установленную стадийность геологоразведочных работ, выполнять

требования к их полноте и качеству, осуществлять рациональное комплексирование методов и технических средств разведки, своевременно производить постадийную геолого-экономическую оценку результатов исследований.

10. На выявленных по результатам детальных поисков перспективных проявлениях серебра (потенциальных месторождениях) проводятся оценочные работы в объемах, необходимых для обоснования их промышленного значения. Разведка производится месторождений, промышленное значение которых обосновано технико-экономическими расчетами.

11. По результатам оценки, разведки месторождения подсчитываются и утверждаются в установленном порядке геологические и эксплуатационные запасы серебряных руд и металла, попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов, имеющих промышленное значение, по категориям в соответствии с разделами I, III и V Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. За контуром подсчета запасов оцениваются прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>.

12. По месторождению должна быть составлена топографическая основа, масштаб которой соответствовал бы размерам объекта, особенностям геологического строения и рельефу местности. Топографические карты и планы на серебряных месторождениях обычно составляются в масштабах 1:1000 - 1:5000. Все разведочные и эксплуатационные выработки (канавы, шурфы, штольни, скважины), профили детальных геофизических наблюдений, а также естественные обнажения рудных тел и минерализованных зон должны быть инструментально привязаны. Подземные горные выработки и скважины наносятся на планы по данным маркшейдерской съемки. Маркшейдерские планы горизонтов горных работ обычно составляются в масштабе 1:200, сводные планы - в масштабе не менее 1:1000. Для скважин должны быть вычислены координаты точек пересечения ими кровли и подошвы рудного тела и построены приложения их стволов на плоскости планов и разрезов.

13. Геологическое строение месторождения должно быть изучено в достаточной степени и отображено на геологической карте масштаба 1:1000 - 1:5000 (в зависимости от размеров и сложности месторождения), геологических разрезах, планах, проекциях масштаба 1:500 - 1:1000, объемных моделях, а в необходимых случаях – на структурных планах подошвы (кровли) рудных тел, планах изосодержаний, изометрограммов. 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 серебра в них, особенностях изменения вмещающих пород и взаимоотношениях рудных тел с вмещающими породами, складчатыми структурами и тектоническими нарушениями в степени, необходимой и достаточной для

обоснования подсчета геологических запасов. Следует также обосновать геологические границы месторождения и критерии, определяющие местоположение перспективных участков, в пределах которых оценены прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>.

14. По району месторождения и рудному полю необходимо иметь геологическую карту и карту полезных ископаемых в масштабе 1:25 000- 1:50000 с соответствующими разрезами, отвечающие требованиям инструкций к картам этого масштаба, а также другие графические материалы, обосновывающие комплексную оценку полезных ископаемых района. Указанные материалы должны отражать размещение рудоконтролирующих структур и рудовмещающих комплексов пород, месторождений и рудопроявлений района, а также перспективных 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 при необходимости на сводных планах интерпретации геофизических аномалий в масштабе представляемых карт.

15. Выходы и приповерхностные части рудных тел или минерализованных зон должны быть изучены горными выработками (канавы, шурфы) и мелкими скважинами с применением геофизических и геохимических методов и опробованы с детальностью, позволяющей установить морфологию и условия залегания рудных тел, глубину развития и строение зоны окисления, степень возможного обогащения серебром, особенности изменения вещественного состава, технологических свойств и произвести подсчет запасов первичных, слышанных и окисленных руд раздельно по промышленным (технологическим) типам.

16. Оценка месторождения на глубину проводится, как правило, скважинами, разведка – скважинами в сочетании при очень сложном геологическом строении месторождения с подземными горными выработками с использованием наземных геофизических методов исследований 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 обеспечивать возможность подсчета запасов на месторождении по категориям, соответствующим группе сложности его геологического строения. Она определяется исходя из геологических особенностей рудных тел с учетом возможностей горных, буровых и геофизических средств разведки и опыта разведки и разработки месторождений аналогичного типа.

При выборе оптимального варианта разведки следует учитывать степень изменчивости содержаний серебра и характер пространственного его распределения, текстурно-структурные особенности руд (главным образом наличие крупных выделений рудных минералов), а также возможное избирательное истирание керна при бурении и выкрашивание серебра

и нерудных минералов при опробовании в горных выработках. Следует учитывать также сравнительные технико-экономические показатели и сроки выполнения работ по различным вариантам разведки.

Оценка месторождения проводится до глубины с учетом характера распределения оруденения, данных поискового бурения, геофизических исследований. Глубина разведки ограничивается горизонтами, экономически целесообразными для разработки с использование современных технологий освоения месторождений.

17. Для обеспечения достоверности подсчета запасов серебра основным способом бурения скважин является колонковое. Шарошочное бурение используется преимущественно при проведении оценочных работ для выделения зон рудной минерализации, участков с повышенными концентрации серебра с последующей их заверкой бурением колонковых скважин. Колонковые скважины бурятся диаметром не менее 76мм.

По скважинам колонкового бурения должен быть получен максимальный выход керна хорошей сохранности в объеме, обеспечивающем выяснение с необходимой полнотой особенностей залегания рудных тел и вмещающих пород, их мощности, внутреннего строения рудных тел, характера околоврудных изменений, распределения природных разновидностей руд, их текстуры и структуры, а также представительность материала для опробования. Практикой геологоразведочных работ установлено, что выход керна должен быть не менее 90% по каждому рейсу бурения.

Достоверность определения линейного выхода керна следует систематически контролировать весовым или объемным способом.

Представительность керна для определения содержаний полезных компонентов и мощностей рудных интервалов должна быть подтверждена исследованиями возможностей его избирательного истирания. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования керна (по интервалам с их различным выходом) с данными опробования контрольных горных выработок. При низком выходе керна или интенсивном избирательном его истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки.

В случае введения при существенном искажении содержания полезного компонента в пробах поправочного коэффициента к керновому опробованию его величина должна быть обоснована не менее 20 контрольными горными выработками.

Для повышения информативности бурения необходимо применять отбор ориентированного керна, производить детальную документацию керна с оценкой его состояния, использовать данные 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 на стадии оценки и разведки.

В вертикальных скважинах глубиной более 100м и во всех наклонных, включая подземные, не менее чем через каждые 20м 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 скважин необходимо обеспечить пересечение ими рудных тел под углами не менее 30°.

Контрольные замеры глубины скважин проводятся не реже чем через 50 м проходки.

Для пересечения крутопадающих рудных тел под возможно большими углами целесообразно применять искусственное искривление скважин. С целью повышения эффективности разведки бурением следует применять многозабойные скважины и веера подземных скважин. Бурение по руде целесообразно проводить одним диаметром.

18. Горные выработки являются основным средством детального изучения условий залегания, морфологии и внутреннего строения рудных тел, их сплошности, вещественного состава руд, характера распределения в них основных полезных компонентов в типичных участках месторождения, а также для контроля данных бурения, геофизических исследований и отбора крупнотоннажных технологических проб.

Сплошность рудных тел и характер изменчивости их мощностей и содержаний основных полезных компонентов по простиранию и падению должны быть изучены в достаточном объеме на представительных участках: по маломощным рудным телам жильного типа непрерывными штреками и восстающими, а по мощным рудным телам типа минерализованных зон и штокверков - сгущением сети подземных горизонтальных скважин.

Горные выработки проходятся преимущественно на участках детализации, а также на участках (горизонтах) месторождения, намеченных к первоочередной отработке. Они должны быть пройдены с расчетом максимального использования при эксплуатации месторождения.

19. Расположение разведочных выработок и расстояния между ними должны быть определены для каждого структурно-морфологического типа рудных тел с учетом их размеров, мощности, внутреннего строения и характера распределения серебра в рудах; при этом следует учитывать возможное столбообразное размещение обогащенных участков. Разведочная сеть должна обеспечивать достоверность оконтуривания и подсчета запасов, в зависимости от размеров и морфологии рудных залежей.

Для каждого месторождения на основании изучения участков детализации и тщательного анализа всех имеющихся геологических,

геофизических и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям обосновываются наиболее рациональные геометрия и плотность сети разведочных выработок, при преобладающей роли буровых скважин. В табл. 2 приведены сведения о плотности разведочных выработок, применявшимся при разведке серебряных месторождений Узбекистана.

Таблица 2

**Сведения о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся при разведке серебряных месторождений Узбекистана**

Группа сложности	Промышленный тип месторождений	Морфология рудных тел	Виды выработок	Расстояния между выработками (в м) для категорий						Примеры месторождений	
				B		C <sub>1</sub>		C <sub>2</sub>			
				по прости- ранию	по падению	по прости- ранию	по падению	по прости- ранию	по падению		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
2-я	Золото-серебряный	Крупные минерализованные зоны, круто- и пологопадающие линзы, жилы, значительные по размерам залежи сложного строения	канавы шурфы скважины штреки расечки квершилаги восстающие	30-40 30-40 20-40 непр. 20-30  80-120	- - 20 40 -  непр.	60-80 60-80 60-80 непр. 40-60  120	- - 40-80 60-70 -  непр.	- - 120 - -  -	- - 120 - -  -	Высоко-вольтное	
3-я	Золото-серебряный	Средние по размерам линейные, ветвящиеся	канавы шурфы скважины штреки расечки квершилаги восстающие	- - - - -  -	- - - - -  -	40 40 40 непр. 40  80-120	- - 20-30 20-30 -  непр.	- - 80-120 - -  -	- - 40-60 - -  -	Ожетпес	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Среднее по размерам пологопадающие плито- и линзообразные - тела	канавы шурфы скважины штреки расщечки квершлаги восстающие	- - - - - -	- - - - - -	40 40 40 непр. 30-40 80-120	- - 20 40 - непр.	- - 80-120 - - -	- - 40-60 - - -	Косманачи
	Полиметаллический-серебряный	Жилы и жильные зоны столбо- и линзообразные тела	канавы шурфы скважины штреки расщечки квершлаги восстающие	- - - - - -	- - - - - -	20-40 20-40 40-60 непр. 30 -	- - 20-30 60 - -	- - 80-120 - - -	- - 40-60 - - -	Лашкерек
4-я	Арсенидно-серебряный	Жильные и штокверковые зоны, маломощные прожилки большой протяженности	канавы шурфы скважины штреки квершлаги	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	80-120 80-120 40-80 непр. 80-120	- - 40 - -	Актепе

20. Для подтверждения достоверности запасов отдельные участки месторождения должны быть разведаны более детально. Эти участки следует изучать и опробовать по более плотной разведочной сети по сравнению с принятой на остальной части месторождения. На разведенных месторождениях запасы на таких участках или горизонтах месторождений 2-й группы должны быть разведаны по категории В. На разведенных месторождениях 3-й и 4-й групп сеть разведочных выработок на участках детализации целесообразно сгущать, как правило, не менее чем в 2 раза по сравнению с принятой для категории С<sub>1</sub>. Для подтверждения достоверности запасов категории С<sub>2</sub> сеть разведочных выработок, принятая для категории С<sub>1</sub>, разряжается в 2 раза.

При использовании интерполяционных методов подсчета запасов (геостатистика, метод обратных расстояний) на участках детализации необходимо обеспечить плотность разведочных пересечений, достаточную для обоснования оптимальных интерполяционных формул.

Участки детализации должны отражать особенности условий залегания и форму рудных тел, вмещающих основные запасы месторождения, а также преобладающее качество руд. По возможности они располагаются в контуре запасов, подлежащих первоочередной отработке. В тех случаях, когда такие участки не характерны для всего месторождения по особенностям геологического строения, качеству руд и горно-геологическим условиям, должны быть детально изучены также участки, удовлетворяющие этому требованию. Число и размеры участков детализации на оцененных и разведенных месторождениях определяется в каждом отдельном случае исходя из сложности их геологического строения.

Для месторождений с прерывистым оруднением, 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 балансовых руд, а также распределения запасов по мощности рудных интервалов 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, для оценки достоверности результатов опробования и подсчетных параметров, принятых при подсчете запасов на остальной части месторождения. На разрабатываемых месторождениях для этих целей используются результаты эксплуатационной разведки и разработки.

21. Все разведочные выработки и выходы рудных тел или зон на поверхность должны быть задокументированы по типовым формам с возможностью их автоматизированной обработки. Выполняется также фотодокументация керна и горных выработок. Результаты опробования

выносятся на первичную документацию и сверяются с геологическим описанием.

Полнота и качество первичной документации, соответствие ее геологическим особенностям месторождения, правильность определения пространственного положения структурных элементов, составление зарисовок и их описаний должны систематически сверяться с натурай 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 и 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.

22. 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.

23. 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.

24. Опробование разведочных сечений следует производить с соблюдением следующих обязательных условий:

сеть опробования должна быть выдержанной, плотность ее определяется геологическими особенностями изучаемых участков месторождения и обычно устанавливается исходя из опыта месторождений, аналогов, а на новых объектах – экспериментальным путем; пробы необходимо отбирать в направлении максимальной изменчивости оруденения вкрест простирации рудных тел (рудных зон). 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 пересечений;

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;

опробование горных выработок (канав, штреков, рассечек и др.) должно производиться секционно бороздой 5x10 см, что неоднократно было доказано экспериментальными работами на ценных серебряных месторождениях;

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. Она не должна превышать установленную кондициями минимальный мощность рудных тел, а также максимальный мощность внутренних и некондиционных прослоев; при этом интервалы, характеризующиеся различным выходом керна, опробуются раздельно; при наличии избирательного истирания керна опробованию подвергаются как керн, так и измельченные продукты, которые отбираются в самостоятельную пробу с того же интервала, что и керновая пробы, 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 обычно не превышают 1-4м (допустимость увеличения шага опробования должна быть подтверждена 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. Проводятся также работы по изучению возможности выкрашивания рудных или породных минералов при принятом для горных выработок способе опробования.

Данные опробования штреков, восстающих, гезенков, скважин, 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 полезного компонента участков (рудных столбов).

25. 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  $\pm 10\text{-}20\%$  с учетом изменчивости плотности руд). Точность бороздового опробования следует контролировать отбором сопряженных борозд того же сечения, кернового опробования - отбором проб из вторых половинок керна.

При геофизическим опробованием в естественном залегании контролируется стабильность работы аппаратуры и воспроизводимость метода при одинаковых условиях рядовых и контрольных измерений; достоверность геофизического опробования определяется сопоставлением данных геологического и геофизического опробования по опорным интервалом с высоким выходом керна, для которого доказано отсутствие избирательного истирания.

В случае выявления недостатков, влияющих на точность опробования, следует производить переопробование рудного интервала.

Достоверность принятых методов и способов опробования контролируется представительным способом, как правило, валовым (задирковым) в соответствии с существующими методическими рекомендациями. Для этой цели необходимо также использовать данные технологических проб, валовых проб, отобранных для определения объемной массы в целиках и результаты разработки месторождения.

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

26. Обработка проб производится по схемам, разработанным для каждого месторождения, с учетом характера распределения рудных материалов. Основные и контрольные пробы обрабатываются по одной схеме.

Качество обработки должно систематически контролироваться по всем операциям, в части обоснованности коэффициента "К" и соблюдения схемы обработки.

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

27. Химический состав руд должен изучаться с полнотой, обеспечивающей установление содержания серебра и всех попутных полезных компонентов, а также вредных примесей. Содержания их в руде определяются анализами проб химическими, спектральными, физическими и другими методами, установленными государственными стандартами.

Изучение в рудах попутных компонентов производится в соответствии с «Положением о порядке изучения попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов на месторождениях твердых полезных ископаемых», утвержденным в ГКЗ (протокол №28 от 18.08.2018г.).

Все рядовые пробы, как правило, анализируются на серебро, золото, а также на компоненты (меди, цинк, свинец, серу, висмут и др.), содержание

которых учитывается при оконтуривании рудных тел по мощности. Другие полезные компоненты (кадмий, селен, теллур, индий и др.) и вредные примеси (сурьма, мышьяк, углерод 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 содержаний по простиранию и падению рудных тел.

Для выяснения степени окисления первичных руд и установления границы зоны окисления должны выполняться фазовые анализы.

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

29. 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, имеющей статус контрольной.

На внешний контроль направляются дубликаты аналитических проб, хранящихся 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 и внешний контроль направляются все пробы, показавшие аномальные содержания анализируемых компонентов, в том числе «ураганные».

30. 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. 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.

31. Обработка данных внутреннего и внешнего контроля по каждому классу содержаний производится по периодам (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 на месторождениях серебряных руд, не должна превышать значений, указанных в табл. 3.

Таблица 3

**Предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности анализа по классам содержаний**

Компоненты	Классы содержаний *) компонентов в руде % (Ag, Au, Se, Te, г/т)	Предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности, %	Компоненты	Классы содержаний *) компонентов в руде % (Ag, Au, Se, Te, г/т)	Предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности, %
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Ag***)	>500	2,5	Zn	>10	2,5
	300-500	5,0		5-10	3,5
	100-300	7,0		2-5	6,0
	50-100	12		0,5-2	11
	20-50	13		0,2-0,5	13
	10-20	15		0,1-0,2	17
	1-10	22		0,02-0,1	22
Au дисперсное	>128	4,0	Cu	>5	2,5
	64-128	4,5		3-5	4,5
	16-64	10		1-3	5,5
	4-16	18		0,5-1	8,5
	1-4	25		0,2-0,5	13
	0,5-1	30		0,1-0,2	17
Au средней крупности	>128	7,5	Sn	>5	3,0
	64-128	8,5		1-5	6,0
	16-64	13		0,5-1	7,5
	4-16	25		0,2-0,5	10
	0,5-4	30		0,1-0,2	15
	>128	10	S	0,05-0,1	20
	64-128	12		0,025-0,05	25
	16-64	18		30-40	1,2
	4-16	25		20-30	1,5
	<4	30			
Pb	>10	2,5	Bi	10-20	2,0
	5-10	3,5		2-10	6,0
	2-5	6,0		1-2	9,0
	1-2	8,5		1-3	8,0
	0,5-1	11		0,6-1	8,5
	0,2-0,5	13		0,2-0,6	11
	0,1-0,2	17		0,05-0,2	15
Se	50-100	20	Co	0,5-1	3,5
	20-50	25		0,1-0,5	6
	5-20	30		0,05-0,1	10
	1-5	30		0,01-0,05	25

<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Te	50-100	22	U	0,03-0,1	6,5
	20-50	25		0,01-0,03	8,0
	5-20	30		<0,01	15
	1-5	30			
Ni	1-2	5	As	0,5-2	6,0
	0,5-1	7		0,05-0,5	16
	0,2-0,5	10		0,01-0,05	25
	0,02-0,2	20		<0,01	30

Примечания:

\*) Если выделенные на месторождении классы содержаний отличаются от указанных, то величины предельных значений относительных среднеквадратических погрешностей определяют интерполяцией.

\*\*) По мере накопления статистических данных для месторождений с преобладанием самородного серебра, предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности будут дифференцированы для разной крупности выделений.

В случае превышения погрешностей результаты основных анализов для данного класса содержаний 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 Мингеологии.

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.

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

33. Минеральный состав руд, их текстурно-структурные особенности и физические свойства должны быть изучены с применением минералогопетрографических, физических, химических и других видов анализов. При этом наряду с описанием отдельных минералов производится также количественная оценка их распространенности.

Особое внимание должно быть уделено изучению минералов основных компонентов: определению их количества, размеров зерен, выяснению взаимоотношений между собой и с другими минералами (наличие и размеры сростков, характер срастания) и соотношений различных по крупности классов.

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

34. 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.

35. Технологические свойства руд, как правило, изучаются в лабораторных и полупромышленных условиях на минералоготехнологических, 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 при необходимости продуктов их переработки должны производиться по специальным программам, согласованным с заинтересованными организациями.

Отбор проб для технологических исследований на разных стадиях геологоразведочных работ следует выполнять в соответствии с существующими методическими указаниями.

36. По определенной сети должны быть отобраны минералоготехнологические и малые технологические пробы по всем природным разновидностям руд, установленных на месторождении. По результатам их испытаний на основе технологического картирования проводится геологотехнологическая 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 геолого-технологические карты, планы и разрезы.

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

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

37. Полупромышленные технологические испытания проводятся в соответствии с программой, разработанной организацией, выполняющей технологические исследования, совместно с геологоразведочной организацией и согласованной с проектной организацией.

38. 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 с учетом возможного разубоживания рудовмещающими породами.

39. 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.

Промышленные (технологические) типы и сорта руд должны быть охарактеризованы по соответствующим, предусмотренным кондициями, показателям; определены химический и минеральный состав исходной руды и продуктов обогащения, представлены данные о дробимости и измельчаемости руд; технологические показатели переработки: для процессов флотации - выход концентратов и их характеристика, метод переработки концентратов, извлечение серебра, золота и других полезных компонентов в отдельных операциях и сквозное извлечение; для процессов цианирования - извлечение серебра и золота, расход реагентов, а также способы обезвреживания промышленных стоков.

Для попутных компонентов необходимо выяснить формы нахождения и баланс их распределения в продуктах обогащения и передела концентратов, а также установить условия, возможность и экономическую целесообразность их извлечения, а также извлечение серебра в отдельных операциях и сквозное извлечение.

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

выбору ассортимента и установлению расхода реагентов, воды, топлива, электроэнергии, определению номенклатуры и качеству аппаратуры.

40. Определение объемной массы необходимо производить для каждой выделенной природной разновидности руд и внутри рудных некондиционных прослоев, а также для вмещающих пород.

Объемная масса плотных руд определяется главным образом по представительным парафинированным образцам и контролируется результатами определения ее в целиках. Объемная масса рыхлых, сильно трещиноватых и кавернозных 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 определяется влажность руд. Образцы и пробы для определения объемной массы и влажности должны быть охарактеризованы минералогически и проанализированы на основные компоненты.

41. 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 одоносному 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 кондиций, и разработать рекомендации по защите их от подземных вод. Необходимо также:

изучить химический состав и бактериологическое состояние вод, участвующих в обводнении месторождения, их агрессивность по отношению к бетону, металлу, полимерам, содержание в них полезных и вредных примесей, а по разрабатываемым месторождениям – привести химический состав рудничных вод и промстоков;

оценить возможность использования дренажных вод для водоснабжения или извлечения из них ценных компонентов, а также возможное влияние их дренажа на действующие в районе месторождения подземные водозаборы;

дать рекомендации по проведению в последующем необходимых специальных изыскательских работ, оценить влияние сброса рудничных вод на окружающую среду;

оценить возможные источники хозяйственного – питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающих потребность будущих предприятий по добыче полезных ископаемых и переработке минерального сырья.

По результатам гидрогеологических исследований должны быть даны рекомендации к проектированию рудника, включающие способ осушения геологического массива, водоотвод; утилизацию дренажных вод; источники

водоснабжения; природоохраны меры.

42. Инженерно-геологическими исследованиями должны быть изучены: физико-механические свойства руд, рудовмещающих пород и перекрывающих отложений, определяющие характеристику их прочности в естественном и водонасыщенном состояниях; инженерно-геологические особенности массивов пород месторождения, их состав, анизотропия, трещинноватость, тектоническая нарушенность, текстурные особенности, закарствованность, разрушенность в зоне выветривания; охарактеризованы современные геологические процессы. Должны учитываться величина и направленные действия первоначальных тектонических напряжений, соотношения между вертикальными напряжениями от действия толщи пород и горизонтальными напряжениями, действующими в массиве, деформационные характеристики массива, а также изменения геомеханических характеристик массива с глубиной, которые могут осложнить разработку месторождения.

В результате инженерно-геологических исследований должны быть получены материалы, по прогнозной оценке, устойчивости пород в кровле, горных выработок, бортах карьера и для расчета основных параметров карьера.

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

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

44. Следует определить факторы, влияющие на здоровье человека (пневмо- и силикозоопасность, повышенная радиоактивность, геотермические условия и др.)

45. Должны быть проведены в зависимости от экологической обстановки района месторождения специальные экологические исследования. По их результатам должны быть установлены: фоновые параметры состояния окружающей среды (уровень радиации, качество поверхностных и подземных вод и воздуха, характеристика почвенного покрова растительности и животного мира), а также предполагаемые виды химического и физического воздействия намечаемого к разработке объекта на окружающую среду (запыление прилегающих территорий, загрязнение поверхностных и подземных вод, почв рудничными водами и промстоками, воздуха выбросами в атмосферу), характер, интенсивность, степень и опасность воздействия, продолжительность и динамика функционирования источников загрязнения и границы зон их влияния.

Для решения вопросов, связанных с рекультивацией земель, следует

определить мощность покрова и произвести агрохимические исследования рыхлых отложений, а также выяснить степень токсичности пород вскрыши и возможность образования на них растительного покрова. Должны быть даны рекомендации по разработке мероприятий по охране недр, предотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивация земель.

46. Гидрогеологические, инженерно-геологические, горно-геологические, экологические и другие природные условия должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения.

47. По районам новых месторождений необходимо указать местоположение площадей с отсутствием залежей полезных ископаемых, где могут быть размещены объекты производственного и жилищно-гражданского назначения, отвалы пустых пород. Приводятся данные о наличии месторождений строительных материалов и возможности использования в качестве их вскрышных пород изучаемого месторождения.

48. Другие полезные ископаемые, образующие во вмещающих и перекрывающих породах самостоятельные рудные тела (залежи), должны быть изучены в степени, позволяющей определить их промышленную ценность и область возможного использования в соответствии «Положением о порядке изучения попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов на месторождениях твердых полезных ископаемых», утвержденным в ГКЗ (протокол №28 от 18.08.2018г.).

#### **IV. ТРЕБОВАНИЯ К ПОДСЧЕТУ ЗАПАСОВ**

49. Подсчет и квалификация геологических запасов по степени разведанности серебряных месторождений производится в соответствии с «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (приложение №4 к протоколу ГКЗ № 1185 от 26.09.2022г.).

50. Принятый подсчет запасов традиционными методами (геологических блоков, разрезов) определяется сложностью геологического строения месторождения (участка), характером распределения оруденения, условиями залегания, морфологией и внутренним строением рудных тел.

51. Геологические запасы подсчитываются по подсчетным блокам. В подсчетных блоках с запасами категории С<sub>1</sub> количество руды, как правило, не должно превышать проектную годовую производительность будущего горного предприятия.

Участки рудных тел, выделяемые в подсчетные блоки, должны характеризоваться:

одинаковой степенью разведенности и изученности параметров, определяющих количество запасов и качество руд;

однородностью геологического строения, примерно одинаковой или близкой степенью изменчивости мощности, внутреннего строения рудных

тел, вещественного состава, основных показателей качества и технологических свойств руды;

выдержанностью условий залегания рудных тел, определенной приуроченностью блока к единому структурному элементу (крылья, замковая часть складки, тектоническому блоку, ограниченному разрывными нарушениями);

общностью горнотехнических условий разработки.

При невозможности геометризации и оконтуривания рудных тел или промышленных (технологических) типов руд количество и качество балансовых и забалансовых запасов руд в подсчетном блоке определяется статистически.

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

Запасы категории В при разведке подсчитываются только на месторождениях 2-ой группы. К ним относятся запасы, выделенные на участках детализации или в пределах других частей рудных тел, степень разведенности которых соответствует требованиям классификации к этой категории.

Контур запасов категории В проводится по разведочным выработкам в соответствии с требованиями кондиций без экстраполяции.

Объектом изучения являются рудные тела, части рудных тел, блоки, группы блоков, эксплуатационные горизонты на участках первоочередного освоения.

На месторождениях, где объем руды определяется с использованием коэффициента рудоносности, к категории В на участках детализации могут быть отнесены блоки, в пределах которых коэффициент рудоносности выше, чем средний по месторождению, установлены изменчивость рудоносности 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.

К категории С<sub>1</sub> относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть разведочных выработок, а достоверность полученной при этом информации подтверждена на новых месторождениях участками детализации, на разрабатываемых месторождениях – данными эксплуатации. На месторождениях, где объем руды определяется с помощью коэффициента рудоносности, изученность основных особенностей внутреннего строения должна обеспечить выяснение рудонасыщенности и закономерностей распределения участков кондиционных руд.

Контуры запасов категории С<sub>1</sub>, как правило, определяются по разведочным выработкам в соответствии с требованиями кондиции, а для наиболее выдержаных и крупных рудных тел - геологически обоснованной ограниченной экстраполяцией, учитывающей изменение морфоструктурных

особенностей, мощностей рудных тел и качества руд. Размер зоны экстраполяции не должен превышать половины расстояния, принятого для запасов этой категории.

Запасы категории  $C_2$  подсчитываются по подсчетным блокам на основании разреженной по сравнению с запасами категории  $C_1$  сети разведочных выработок (обычно в 2 раза).

Контур запасов проводится по разведочным выработкам в соответствии с требованиями кондиции или путем экстраполяции. Размер зоны экстраполяции не должен превышать половину расстояния, принятого между выработками для запасов категории  $C_2$ .

Величина экстраполяции в каждом конкретном случае для запасов категорий  $C_1$  и  $C_2$  должна быть обоснована фактическими данными. Не допускается экстраполяция в сторону выклинивания и расщепления рудных тел, ухудшения качества руд.

53. Геологические запасы подсчитываются раздельно по категориям разведенности, способам отработки (карьерным, подземным), промышленным (технологическим) типам руд, их экономическому значению (балансовые, забалансовые).

При разделении запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительно классификационного показателя могут использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров. Соотношение различных промышленных типов и сортов руд при невозможности их оконтурирования определяется статистически.

Забалансовые (потенциально-экономические) геологические запасы подсчитываются и учитываются в том случае, если технико-экономическими расчетами в технико-экономическом обосновании разведочных 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, экологических и др.).

Балансовые и забалансовые геологические запасы подсчитываются на сухую руду с указанием ее влажности в естественном залегании. Для влагоёмких, пористых руд производится подсчет запасов сырой руды.

При подсчете запасов должны быть выявлены рудные пересечения с аномально высокими («ураганными») содержаниями серебра и повышенной мощностью, проанализировано их влияние на величину средних параметров подсчетного блока и при необходимости ограничено влияние. Части рудных тел с высокими содержаниями полезного ископаемого, увеличенной мощностью следует выделить в самостоятельные подсчетные блоки.

На разрабатываемых месторождениях для определения уровня «ураганных» значений и методики их замены следует использовать результаты сопоставления данных разведки и эксплуатации (в том числе

особенности изменения проб по классам содержания полезного компонента по мере сгущения разведочной сети).

54. При компьютерном подсчете запасов с применением традиционных методов рекомендуется использовать программные комплексы, обеспечивающие возможность просмотра, проверки и корректировки исходных данных (координаты разведочных выработок, данные инклинометрия, результаты и планы опробования, параметры принятых кондиций, отметки литолого-стратиграфических границ, тектонических контактов и др.), результатов промежуточных расчетов (каталог рудных пересечений, выделенных соответствии с разведочными кондициями; геологические разрезы, проекции рудных тел на горизонтальную или вертикальную плоскость; каталог подсчетных параметров по блокам) и сводных результатов подсчета запасов. Выходная документация и машинная графика должны отвечать существующим требованиям к этим документам по составу, структуре, форме и др.

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

56. На разрабатываемых месторождениях для контроля за полнотой отработки ранее утвержденных запасов и обоснования достоверности подсчитанных запасов необходимо производить сопоставление данных разведки и эксплуатации по запасам, условиям залегания, морфологии, мощности, внутреннему строению рудных тел, содержанию полезных компонентов в соответствии с утвержденными ГКЗ «Методическими указаниями по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений».

В материалах сопоставления должны быть приведены контуры утвержденных в установленном порядке и погашенных запасов, площадей прироста, а также сведения о запасах, числящихся на государственном балансе (в том числе об остатке утвержденных запасов); представлены таблицы движения запасов по категориям, рудным телам и месторождению в целом, а также баланс руды и металла в контуре погашенных запасов, отражающий изменение утвержденных ранее запасов, 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 установить величины изменений при разработке или доразведке утвержденных ранее параметров (площадей подсчета, мощностей рудных тел, коэффициентов рудоносности, содержаний полезных компонентов, объемных масс и т.д.), запасов и качества руд, потерю и разубоживания при их добыче, а также

выяснить причины этих изменений. 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, разведывающими и разрабатывающими месторождение.

В случае установления значительных расхождений вводится с учетом величины расхождений поправочный коэффициент в раннее утвержденные подсчетные параметры и запасы с пересчетом оставшихся разведенных запасов. Результаты сопоставления данных разведки и разработки месторождения должны учитываться при разведке новых месторождений.

На новых месторождениях для сопоставления данных разведки и эксплуатации используются также данные проведенной на представительных участках опытно-промышленной добычи (разработки).

57. В современной практике для подсчета запасов рудных месторождений используется в основном блочное моделирование.

Выбор алгоритма блочного моделирования (методы кригинга, обратных расстояний) зависит от геологического строения изучаемого месторождения (участка), плотности разведочной сети наблюдений и других факторов. Эффективность применения для подсчета запасов блочного моделирования в значительности степени обусловлено количеством и качеством исходный разведочной информации, методологии анализа первичных данных и моделирования, отвечающих индивидуальным особенностям месторождения (законам распределения подсчетных параметров, характеру тренда и изотропии, влиянию структурных границ, структуре и качеству экспериментальных вариаграмм, параметрам поискового эллипсоида).

Блочная модель должна включать все разведанные запасы месторождения (участка) с разделением их по типам руд, категориям разведенности (изученности), балансовой принадлежности с выделением подсчетных блоков (или доменов) с их индексацией.

При построении блочной модели месторождения максимальный размер элементарного подсчетного блока выбирается исходя из планируемой технологии добычи, минимальный – определяется плотности, созданной на месторождении разведочных сетей наблюдения (не рекомендуется принимать размер элементарного блока менее  $\frac{1}{4}$  средней плотности сети).

Все массивы цифровых данных (результаты опробования, координаты проб или разведочных пересечений, аналитические выражения структурных функций – вариограмм и др.) должны быть представлены в форматах доступных для экспертизы с применением современных программных комплексов (Micromine, Datamine, Leapfrog и др.).

Графические материалы к блочным моделям должны представлять исчерпывающие сведения об условиях построения моделей и геологических особенностях объектов. На опорных геологических (подсчетных) разрезах, планах горизонтов и проекциях необходимо указывать границы блоков (доменов) с обозначением их индексов и экспликации с характеристиками

подсчетных блоков. Эти материалы должны содержать исходные данные опробования по разведочным пересечениям, а также, при необходимости, коды пород разного состава и другую необходимую информацию.

58. Подсчет запасов по блочной модели должен проверяться (не менее 20% от общих запасов) путем сравнения с результатами традиционных способов подсчета запасов.

Допустимые расхождения составляют по запасам руды  $\pm 10\%$ , содержанию серебра  $\pm 5\%$ , запасам серебра  $\pm 15\%$ . В случае более высоких расхождений проводится анализ их причин с внесением при необходимости изменений в запасы, подсчитанные традиционными методами или по блочной модели.

59. Эксплуатационные запасы руд подсчитываются и квалифицируются по категориям А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub> в соответствии с требованиями разделов I и V Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (приложение №4 к протоколу ГКЗ № 1185 от 26.09.2022г.).

60. Подсчет запасов попутных полезных ископаемых и компонентов производится в соответствии с «Положением о порядке изучения попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов на месторождениях твердых полезных ископаемых» (протокол ГКЗ № 28 от 18.08.2018г.).

61. Подсчет запасов оформляется в соответствии с «Инструкцией о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых при Мингеологии Республики Узбекистан материалов по подсчету запасов металлических полезных ископаемых».

## V. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ИЗУЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

62. По степени изученности месторождений серебряных руд могут быть отнесены к группе оцененных или разведенных в соответствии с требованиями раздела V «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (приложение №4 к протоколу ГКЗ № 1185 от 26.09.2022г.).

63. К оцененным относятся месторождения, запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрологические и горнотехнические условия разработки изучены в процессе оценочных работ в степени, позволяющей обосновать целесообразность их дальнейшей разведки.

Оцененные месторождения по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

1) обеспечивается возможность квалификации запасов, главным образом по категории С<sub>2</sub> и частично запасов категории С<sub>1</sub> (на участках детализации);

2) вещественный состав и технологические свойства полезного ископаемого оценены с полнотой, необходимой для выбора принципиальной

технологической схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное использование полезного ископаемого;

3) определено возможное промышленное значение попутных полезных ископаемых и компонентов;

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

5) определены для будущего предприятия возможные источники энергоснабжения, хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, площади размещения отходов основного производства;

6) достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии тел полезного ископаемого подтверждены на отдельных участках детализации с подсчетом по ним запасов по категории С<sub>1</sub>;

7) рассмотрено и оценено возможное влияние отработки месторождения на окружающую среду;

8) подсчетные параметры разведочных кондиций установлены на основе укрупненных технико-экономических расчетов с учетом показателей по аналогии с месторождениями, находящимися в сходных горногеологических условиях;

9) принятие для подсчета эксплуатационных запасов потери и разубоживание руд при добыче обоснованы показателями разработки месторождений – аналогов; запасы по степени достоверности соответствуют категории А<sub>2</sub>;

10) расчетные технико-экономические показатели промышленного освоения месторождения позволяют определить его перспективность и целесообразность вовлечения в разведку.

64. К разведенным относятся месторождения (и их участки), запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены с полнотой достаточной для технико-экономического обоснования их вовлечения в промышленное освоение, а также проектирование строительства или реконструкций на их базе горнодобычного предприятия.

Разведанные месторождения (участки) по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

1) детальность изученности геологического строения месторождения обеспечивает возможность квалификации геологических запасов, в зависимости от группы его сложности, в количестве от общих разведенных запасов:

месторождения 2-й группы сложности – запасы категорий С<sub>1</sub>+В не менее 80% от общих запасов, включая запасы категории С<sub>2</sub>, в том числе запасы категории В до 15-20 %;

месторождения 3-й группы сложности – запасы категорий С<sub>1</sub> не менее 70% от запасов С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>;

месторождения 4-й группы сложности – запасы категорий С<sub>1</sub> не менее 40% от запасов С<sub>1+С<sub>2</sub></sub>;

При меньшем соотношении запасов категории В+С<sub>1</sub>, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> подготовленность месторождения для промышленного освоения определяется на основании заключения экспертизы\*.

2) вещественный состав и технологические свойства полезного ископаемого изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы его переработки с комплексным извлечением содержащихся в нем компонентов, имеющих промышленное значение;

3) запасы других совместно залегающих полезных ископаемых, включая породы вскрыши, изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможного направления использования с учетом требований природоохранительного законодательства и безопасности горных работ.

При наличии потребителя эти запасы должны быть разведаны и подсчитаны в соответствии с требованиями, предусмотренными для соответствующих видов полезных ископаемых. Должна быть также изучена возможность промышленного использования отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме переработки минерального сырья;

4) гидрогеологические, инженерно-геологические, горно-геологические и другие условия изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для проектирования разработки месторождения (участка) с учетом требований природоохранного законодательства и безопасности горных работ;

5) достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии тел полезного ископаемого, качество и количество запасов подтверждено на представительных участках (участки детализации, опытно-промышленной разработки) всего месторождения, положение и размер которых определяется в каждом конкретном случае в зависимости от геологических особенностей полезного ископаемого;

6) решены вопросы источников энергоснабжения, хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающих потребность будущего предприятия по добыче и переработке минерального сырья; размещения отходов основного производства;

7) рассмотрено возможное влияние разработки месторождения на окружающую среду и даны рекомендации по предотвращению или снижению прогнозируемого уровня отрицательных геологических последствий;

8) подсчетные параметры разведочных кондиций установлены на основании детальных технико-экономических расчетов, позволяющих достоверно определить масштабы и экономическую рентабельность освоения месторождения;

9) для подсчета эксплуатационных запасов потери и разубоживание руд

---

\* По очень крупным и уникальным по запасам месторождениям требуемое соотношение запасов категорий В+С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> определяется для участков первоочередной разработки.

при добыче обоснованы расчетами, запасы классифицируются по категориям А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub>;

10) разведанные месторождения относятся к подготовленным для промышленного освоения после утверждения запасов Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых.

## **VI. ПЕРЕСЧЕТ И ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЕ ЗАПАСОВ**

65. Пересчет и переутверждение геологических и эксплуатационных запасов месторождения производится в установленном порядке в случаях существенных изменений представлений о количестве и качестве запасов месторождения и его геолого-экономической оценке в результате дополнительных геологоразведочных и добывчих работ, изменений цены выпускаемой продукции и других причин.

На разведенных неосвоенных месторождениях пересчет и переутверждение запасов производится в случае при проведении их доразведки увеличения запасов, установления новых разведочных кондиций.

На разрабатываемых месторождениях пересчет и переутверждение запасов производится при наступлении случаев, существенно ухудшающих экономику предприятия:

неподтверждения разработки или утраты в процессе промышленной ценности балансовых запасов более 20%;

объективном, существенном (более 20%) и стабильном падении цены продукции при сохранении уровня себестоимости производства.

В случае неподтверждения ранее разведенных и утвержденных геологических запасов необходимо провести детальное сопоставление данных разведки и разработки месторождения (участка) и произвести пересчет оставшихся запасов с учетом выявленных неподтверждений без изменения принятых для подсчета запасов разведочных кондиций.

В целях улучшения экономики предприятия при падении цены выпускаемой продукции запасы месторождения (участка) пересчитываются с применением новых технико-экономически обоснованных разведочных кондиций.

66. Пересчет и переутверждение запасов месторождения производится также в случаях:

увеличения балансовых запасов, по сравнению с ранее утвержденными, по крупным (уникальным) месторождениям более 20%, по средним и мелким – более 50%;

существенном и стабильном увеличении мировых цен на продукцию предприятия (более 20%) от заложенных в обоснованиях кондиций;

разработке и внедрении новых технологий, существенно улучшающих экономику предприятия;

в случаях выявления в рудах или вмещающих породах ценных компонентов, не учтенных при геолого-экономической оценке месторождения и проектировании предприятия.

При существенном увеличении мировой цены на продукцию, разработку и внедрения более эффективной технологии переработки руд запасы пересчитываются на основе новых технико-экономически обоснованных кондициях, обеспечивающих более полное извлечение полезных компонентов из недр без ухудшения экономики предприятия.

67. Экономические проблемы предприятия, вызванные временными причинами (геологические, горнотехнические осложнения, временное падение цен на продукцию), решаются с помощью механизма эксплуатационных кондиций в соответствии с «Положением о порядке применения эксплуатационных кондиций для пересчета запасов полезных ископаемых», утвержденных Кабинетом Министров Республики Узбекистан 13 августа 2014 г. №228.

Запасы пересчитываются и утверждаются по отдельным блокам, горизонтам месторождения без пересчета и переутверждения запасов месторождения в целом.

## **VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

68. С введением в действие настоящей Инструкции утрачивает силу «Инструкция по применению классификации к месторождениям серебряных руд», утвержденная Государственным комитетом Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам 9 июля 2003 г.

## Характеристические показатели сложности геологического строения месторождений твердых полезных ископаемых

Система разведки и плотности разведочной сети месторождений твердых полезных ископаемых зависят в основном от нескольких природных факторов: структурно-геологических особенностей рудных тел (выдержанности и морфологии), а также распределения полезного компонента (степени изменчивости качества полезного ископаемого в пределах рудных тел).

В качестве основных количественных показателей сложности строения рудных тел используются следующие величины: коэффициент рудоносности ( $K_p$ ), показатель сложность границ объектов ( $q$ ), коэффициент вариации мощности ( $V_m$ ) и содержания полезного компонента ( $V_c$ ) в рудных пересечениях.

Коэффициент рудоносности обычно выражается как отношение линейных величин – длины рудных интервалов по скважинам или горным выработкам ( $l_p$ ) к общей длине пересечений в пределах продуктивной зоны (в границах промышленного оруденения  $l_o$ ):

$$K_p = \frac{l_p}{l_o}$$

Показатель сложности границ объекта рассчитывается по отношению числа рудных пересечений ( $N_p$ ) к сумме всех разведочных пересечений (рудных, безрудных внутриконтурных  $N_b$  и законтурных  $N_z$ , обрисовывающих общую границу сложного объекта):

$$q = \frac{N_p}{N_p + N_b + N_z}$$

Коэффициент вариации мощности и коэффициент вариации содержания (в %) вычисляются общеизвестными способами по сумме разведочных данных:

$$V_m = \frac{S_m}{m_{cp}} * 100;$$

$$V_c = \frac{S_c}{C_{cp}} * 100,$$

где  $S_m$  и  $S_c$  – соответственно среднеквадратичные отклонения мощности единичных рудных пересечений и содержания в них полезного компонента от их среднеарифметических значений  $m_{cp}$  и  $C_{cp}$ .

Коэффициенты вариации мощностей рудных пересечений и содержания полезного компонента могут определяться с помощью компьютерных программных комплексов (Micromine и др.) путем построения соответствующих гистограмм их распределения по рудным телам и месторождению (участку) в целом.

Обобщенные ориентировочные предельные значения показателей сложности

строения рудных тел по месторождения 1-, 2-, 3- и 4-й групп сложности приведены в таблице.

Таблица 1

**Количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения**

Группа сложности месторождений по геологическому строению	Показатели изменчивости			
	K <sub>p</sub>	q	V <sub>m</sub> , %	V <sub>c</sub> , %
1-я	0,9-1,0	0,8-0,9	<40	<40
2-я	0,7-0,9	0,6-0,8	40-100	40-100
3-я	0,4-0,7	0,4-0,6	100-150	100-150
4-я	<0,4	<0,4	>150	>150

Решение по отнесению месторождения к конкретной группе геологической сложности принимается по совокупности всей геологической информации с учетом показателя, характеризующего наивысшую изменчивость.