

Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (серебряных руд)

I. Общие сведения

1. Настоящие Методические рекомендации по применению Классификации запасов к месторождениям серебрянных руд (далее – Методические рекомендации) разработаны в соответствии с Положением о Министерстве природных ресурсов Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 22 июля 2004 г. № 370 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 31, ст.3260; 2004, № 32, ст. 3347, 2005, № 52 (Зч.), ст. 5759; 2006, № 52 (Зч.), ст. 5597), Положением о Федеральном агентстве по недропользованию, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 293 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, N 26, ст. 2669; 2006, №25, ст.2723), Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденной приказом МПР России от 07.03.1997 № 40, и содержат рекомендации по применению Классификации запасов к месторождениям серебрянных руд.

2. Методические рекомендации направлены на оказание практической помощи недропользователям и организациям, осуществляющим подготовку материалов по подсчету запасов полезных ископаемых и представляющих их на государственную экспертизу.

3. С е р е б р о – металл из группы благородных, имеющий плотность 10,49 г/см³, температуру плавления 960,5–961 °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.

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.

При сравнительно небольшой цене (15–20 центов США за 1 г.) потребность в серебре постоянно превышает его предложение.

4. Серебро – малораспространенный элемент земной коры, кларк его составляет 0,07 г/т. Его средние содержания таковы (г/т): в ультраосновных породах – 0,5, в основных – 0,1, в кислых – 0,05, в осадочных – 0,1–0,4.

В природе известно 60 серебряных и серебросодержащих минералов, подразделяемых обычно на шесть основных групп. Важнейшие промышленные минералы серебра приведены в табл. 1; наиболее часто встречающийся минерал – самородное серебро – содержит до 10 % золота, 6–7 % меди, до 1 % железа, иногда сурьму, висмут, ртуть.

В зоне гипергенеза серебряные руды легко окисляются с образованием галогенов (кераргирит) и вторичного самородного серебра; при этом нередко происходит обогащение серебром зоны окисления с образованием крупных его самородков.

Таблица 1

Важнейшие промышленные минералы серебра

Минерал	Химическая формула	Содержание серебра, %	Плотность, г/см ³
1	2	3	4
I. Минералы, в которых серебро присутствует в металлической форме			
Самородное серебро	Ag	97,8–99,3	10,1–11,1
Электрум	Ag	30–70	12,5–15,6
Кюстелит	Ag ₃ Au	62–80	11,32–13,10
II. Простые сульфиды			
Аргентит (акантит)	Ag ₂ S	87,1	7,2–7,4
III. Сложные сульфиды (сульфосоли)			
Миаргирит	AgSbS ₂	36,72	5,1–5,3
Пираргирит	Ag ₃ SbS ₃	59,76	5,77–5,86
Стефанит	Ag ₅ SbS ₄	68,3	6,24–6,32
Прустит	Ag ₃ AsS ₃	65,4–67,6	5,6
Полибазит	(Ag, Cu) ₁₆ Sb ₂ S ₁₁	62,1–74,9	6,27–6,33
Матильдит	AgBiS ₂	28,33	6,9
Штроемейрит	CuAgS	53,0	6,15–6,3
Фрейбергит	(Ag, Cu) ₁₀ (Fe, Zn) ₂ Sb ₄ S ₁₃	до 17	4,4–5,1
IV. Антимониды			
Дискразит	Ag ₃ Sb	72,66	9,6–9,8
V. Теллуриды и селениды			
Гессит	Ag ₂ Te	63,3	8,24–8,45

1	2	3	4
Науманнит	Ag_2Se	73,15	7,9
Петцит	Ag_3AuTe_2	42,0	8,74
VI. Галогены и сульфаты			
Кераргирит	AgCl	75,3	5,55
Эмболит	$\text{Ag}(\text{Cl}, \text{Br})$	65,2	5,55–6,35
Бромирит	AgBr	57,44	6,35
Йодирит	AgI	45,95	5,7
Аргентоярозит	$\text{AgFe}_3(\text{SO}_4)_2 \cdot [\text{OH}]_6$	18,9	3,6–3,8

По особенностям вещественного состава руд и промышленной значимости слагающих руды металлов среди месторождений серебра принято выделять две большие группы: собственно серебряных и комплексных серебросодержащих руд.

5. Значительная часть мировой добычи серебра производится попутно – по некоторым оценкам от 70 до 80 % серебра добывается из комплексных серебросодержащих месторождений: свинцово-цинковых, меднопорфировых, золоторудных, колчеданных, золото-мышьяково-сульфидных и золото-серебро-марганцовистых. При этом граница между собственно серебряными и серебросодержащими комплексными месторождениями весьма условна: месторождения с содержаниями серебра около 100 г/т могут рассматриваться как собственно серебряные (например, Большой Канимансур в Таджикистане), в то же время месторождения с содержаниями серебра 200–300 г/т – как комплексные серебросодержащие (Брокен Хилл в Австралии). Основные страны – продуценты серебра – Мексика, Перу, США, Канада, Австралия и Россия.

Обычно к собственно серебряным относят месторождения, в рудах которых удельная стоимость серебра превышает 50 %.

6. Собственно серебряные месторождения представлены шестью основными типами руд (табл. 2), среди которых наиболее широко распространены золото-серебряные и свинцово-серебряные, связанные с риолитовыми, андезит-риолитовыми и гранит-порфировыми формациями вулканоплутонических поясов и зон тектоно-магматической активизации. В серебряных рудах всех типов месторождений в тех или иных количествах присутствуют золото, свинец, цинк, медь, олово и другие химические элементы в качестве попутных компонентов.

По масштабам выделяются месторождения: весьма крупные (более 10000 т серебра), крупные (2000–10000 т), средние (500–2000 т), мелкие (менее 500 т).

Таблица 2

Основные типы руд серебряных месторождений

Тип руд	Геотектоническая позиция	Магматическая формация, с которой ассоциируют месторождения	Породы, вмещающие оруденение	Рудные тела		Среднее содержание Ag, г/т	Масштаб оруденения	Распределение оруденения и характер рудных тел	Попутные полезные ископаемые и компоненты	Примеры месторождений (выделенные курсивом – эксплуатируются)
				Форма	Размеры, м: А – по простиранию; Б – по падению; В – мощность					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Золото-серебряный	Вулкано-плутонические пояса окраин континентов	Риолитовая, андезит-риолитовая	Риолиты, андезиты, их туфы	Минерализованные зоны дробления	А – 200–1000; Б – до 1000; В – 3–30	50–250	Крупный	Выдержанное, с рудными столбами	Au, Pb, Zn, Cu	Дукатское (Россия), Гуанохуато (Мексика)
Свинцово-серебряный	Зоны тектонико-магматической активизации	Риолитовая, гранит-порфировая	Риолиты, песчано-сланцевые и карбонат-но-сланцевые	Минерализованные зоны дробления, залежи, линзы	А – от 200–500 до 1500; Б – 200–300; В – 2–50	100–1000	«	Равномерное в пределах рудных тел	Pb, Zn	Мангазейское, Гольцовое (Россия), Перро-де-Паско (Перу), Высоковольное (Узбекистан)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Уран-серебряный	То же	Монзонит-диоритовая	Кристаллические сланцы	Минерализованные зоны	А – 3000 и более; Б – до 2000; В – 3–20	60–1000	«	Равномерное	U, Pb, Zn	Кер д 'Ален (США)
Арсенидно-серебряный	Парагеосинклинальные прогибы обрамлений щитов	Габбро-диабазовая	То же	Жилы и жильные зоны	А – 100–500 Б – 200–300; В – 0,2–3	6000–30000	«	Неравномерное, гнездовое, столбовое	Co, Ni, Bi	Кобальт (Канада)
Серебряно-порфировый	Вулкано-плутонические пояса	Риолитовая	Риолиты и их туфы	Штокверки	А – 300–1200; Б – 100–200; В – 30–50	60–180	Средний	Равномерное	Se	Деламар (США), Реаль-де-Анхелес (Мексика)
Серебряный стратиформный	То же	–	Песчаники, сланцы, туфы липаритов	Стратифицированные залежи прожилково-вкрапленных руд	А – до 300; Б – 100–200; В – от первых метров до 100	70–100	«	«	Pb, Zn	Деламар (США)

7. По геолого-структурным условиям, особенностям морфологии рудных тел, состава руд и рудовмещающих пород, определяющим методику разведки и разработку, месторождения серебряных руд подразделяются на следующие типы:

- жильные в терригенных и терригенно-карбонатных толщах миогеосинклиналей;
- жильные в вулканических поясах;
- минерализованные и жильные зоны в вулканических поясах;
- штокверки в вулканических поясах;
- минерализованные зоны в терригенных и терригенно-карбонатных (углистых) толщах миогеосинклиналей;
- залежи в вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщах.

8. Жильные месторождения в терригенных и терригенно-карбонатных толщах миогеосинклиналей характеризуются кварцевыми и кварц-карбонатными трещинными жилами мощностью первые сантиметры – первые метры, протяженностью первые сотни метров – первые километры. Сближенные маломощные (0,1–0,15 м) ветвящиеся жилы иногда образуют жильные зоны.

По вещественному составу выделяются цинково-свинцово-серебряные, кобальт-никель-серебряные и кобальт-серебряные с ураном руды. К этому промышленному типу принадлежат уникальные по запасам месторождения, где помимо серебра добыто большое количество кобальта, меди, никеля, свинца, цинка, висмута, олова, мышьяка и урана. В связи со значительным вертикальным размахом оруденения (отдельные жилы с промышленными параметрами разведаны до глубины 1,6–1,9 км) и исключительно богатым содержанием серебра в рудах (500–1000 г/т, до 150 кг/т), эти месторождения разрабатываются шахтами на глубинах 600–700 м и более (Озерное-Асхатин, Верхнее Менкече – Россия; Ак-Тепе – Узбекистан).

9. Жильные месторождения в вулканических поясах приурочены преимущественно к третичным (крупнейшие месторождения мира), реже – к более древним вулканическим сооружениям, сложенным риолитовыми и риолит-андезитовыми комплексами. Рудные тела залегают или непосредственно в субвулканических интрузивах и вулканических толщах, или в терригенных комплексах субстрата.

По морфологии рудных тел выделяются месторождения, представленные протяженными ветвящимися жилами выполнения с четкими контактами и жилами замещения линзо-столбообразной и другой формы с неотчетливыми границами, определяемыми по данным опробования.

По составу руд (с учетом попутных компонентов) выделяются олово-серебряные, золото-серебряные, свинцово-серебряные и медно-висмутово-серебряные месторождения. В свинцово-серебряных значительную долю ценности руд составляют свинец и цинк, а также висмут, кадмий, сера сульфидная и олово, а в медно-висмутово-серебряных – медь, висмут и золото.

Содержание серебра по рудным телам изменяется в больших пределах, среднее по месторождению находится на уровне 200–500 г/т в сульфидных рудах, до 3 кг/т – в окисленных (Тидит, Арылахское, Гольцовое, Таежное – Россия).

10. Минерализованные и жильные зоны в вулканических поясах – крупные месторождения, приуроченные к вулкано-купольным поднятиям. Структура определяется системами разрывных нарушений; линейновытянутые мощные зоны разломов являются рудо-контролирующими и, как правило, рудовмещающими. Для данных месторождений характерны рудные тела следующих структурно-морфологических типов:

крупные крутопадающие минерализованные зоны протяженностью более 1 км и мощностью до 10 м, сложного строения, включающие осевые жилы и участки прожилково-вкрапленных руд; оконтуриваются, как правило, по опробованию;

минерализованные зоны меньшие по размерам, иногда согласные с рудовмещающими вулканитами; имеют более простую форму и строение; оконтуриваются в геологических границах и по данным опробования;

жильные зоны и жилы с четкими контактами; характеризуются небольшой протяженностью и мощностью 1–2 м.

Руды имеют преимущественно кварц-адуляровый состав, содержат марганцевые и марганценозные карбонаты, родонит и оксидные минералы марганца. Серебросодержащими минералами являются аргентит, самородное серебро и сульфосоли серебра, а также оксидные минералы марганца, сульфиды свинца и цинка. Содержание серебра в рудах составляет 200–500 г/т и более. По вещественному составу руды представлены собственно серебряным и золото-серебряным типами. Для руд собственно серебряного типа характерно незначительное содержание других полезных компонентов, в том числе золота, отношение которого к серебру обычно не превышает 1:200, а также свинца и цинка или меди и висмута. В золото-серебряных рудах важную роль приобретает золото (Дукатское, Агинское, Асачинское, Тарынское – Россия)

11. Штокверки в вулканических поясах образуют крупные месторождения. Рудные поля и месторождения размещены на пересечении протяженных зон разломов в пределах отрицательных структур, выполненных вулканогенно-осадочными породами, интродуцированными многочисленными субвулканическими телами риолитов, гранит-порфиров, дацитов.

Форма штокверков определяется общей конфигурацией субвулканических сооружений и вулканических кальдер. К зонам разломов в пределах штокверков часто приурочены крупные, но весьма не выдержанные по мощности жилы сложной формы. Руды прожилково-вкрапленные и вкрапленные.

Участки с промышленными рудами не имеют четких геологических границ и выявляются по данным опробования. Серебро в рудах представлено самостоятельными ассоциациями самородного серебра, аргентита, пираргирита, прустита, науманнита, в меньшей степени микровключениями этих минералов в пирите, тетраэдрите – теннантите, халькопирите, галените и сфалерите. Содержания серебра 60–180 г/т.

Среди месторождений этого типа по составу руд выделяются золото-серебряные, свинцово-серебряные и олово-серебряные. Штокверковые месторождения серебряных руд по аналогии с меднопорфировыми, могут быть отнесены к серебропорфировым. (Б. Канимансур – Таджикистан, Деламар – США).

12. Минерализованные зоны в терригенных и терригенно-карбонатных толщах миогеосинклиналей размещены, как правило, в складчатых областях.

Все месторождения этого типа контролируются разрывными нарушениями и их сочленениями, которые определяют внутреннее строение месторождения – количество, морфологию и условия залегания рудных тел, их размеры, распределение в контуре минерализованной зоны.

По составу руд все известные месторождения этого типа являются золото-серебряными. Продуктивность месторождений определяется концентрацией самородного серебра, акантита, фрейбергита и серебросодержащих пирита и арсенопирита; содержание серебра находится на уровне 20–200 г/т. Характерно высокое фоновое содержание серебра, в связи с чем на морфологию рудных тел при их оконтуривании большое влияние оказывает бортовое содержание.

Рудные тела круто- и пологопадающие, простого и сложного строения. Рудные тела простого строения – линзы, пологие жилы – имеют протяженность в сотни метров по простиранию и десятки – первые сотни метров по падению, мощность их колеблется в пределах 5–15 м, редко достигая в раздувах 40–50 м. Характерной особенностью их является высокая сплошность при неравномерном распределении промышленной рудной минерализации в плоскости тела. Контуры рудных тел обычно простые, ровные.

Рудные тела сложного строения – типичные уплощенные столбообразные залежи различного падения крестообразной, серповидной, линзоподобной формы в плане; границы рудных тел очень сложные, извилистые. Размеры их значительны: по простиранию прослеживаются на сотни метров – первые километры, по падению – на десятки – сотни метров; мощность изменяется в широких пределах: от 1–2 до 70–80 м. Внутреннее строение характеризуется наличием обогащенных участков, приуроченных к линиям пересечения разнонаправленных разрывных структур. Нередко в контуре рудных тел фиксируются значительные по размерам участки некондиционных руд и пустых пород, что еще более осложняет их строение. (Мангазейское – Россия, Высоковольтное – Узбекистан).

13. Месторождения типа залежей локализуются в вулканогенных, реже вулканогенно-осадочных отложениях (фанерозойские) или кристаллических сланцах и амфиболитах (докембрийские), а также на контакте вулканогенно-осадочных толщ с массивами гранитоидов в зонах скарнирования. Залежи, выделяемые по данным опробования, представляют собой либо согласные с залеганием пород пластообразные, ленто- и линзовидные рудные тела, размещающиеся, как правило, на нескольких гипсометрических уровнях в пределах единой рудоносной зоны, либо секущие жилообразные, трубообразные и другой сложной формы. Преобладающими являются тела значительных размеров – от сотен до первых тысяч метров по простиранию, сотни метров по падению, первые метры – десятки метров мощностью; характерен большой диапазон колебаний мощности (от десятков сантиметров до 100 м в пределах отдельных участков месторождений).

Для месторождений этого типа характерен многокомпонентный состав руд, при этом концентрация серебра находится в прямой значимой корреляционной зависимости от содержания свинца и меди. Серебро в виде микровключений аргентита, полибазита, пираргирита, самородного серебра, электрума, стефанита распределяется в главных рудных минералах; наиболее сереброносными являются галенит и блеклые руды; самостоятельные ассоциации минералов серебра встречаются редко, образуя обогащенные серебром участки.

Содержания серебра в рудах варьируют в широких пределах: максимальное значение отмечается в барит-полиметаллических разностях руд. Часто обнаруживается тенденция неравномерного уменьшения содержания серебра с глубиной, что обусловлено изменениями в пространстве состава минеральных ассоциаций. (Деламар – США).

14. Интерес для освоения могут представлять техногенные месторождения. К ним относятся спецотвалы забалансовых руд, добытых в процессе разработки серебросодержащих месторождений, серебросодержащие отходы (хвосты, шламы), образующиеся в процессе обогащения руд или переработки серебросодержащих концентратов (огарки, пекки, золы) комплексных месторождений. Отличительные черты строения этих месторождений и состава серебросодержащего материала, сформировавшегося под влиянием техногенного и последующего гипергенного воздействия, требуют специфических подходов к их изучению и оценке, особенности которых изложены в соответствующих нормативно-методических документах.

15. В России промышленными источниками серебра являются комплексные руды (серебро-свинцово-цинковые; серебросодержащие медные, свинцовые и полиметаллические)

и золото-серебряные. В малосульфидных золото-серебряных и серебряных рудах (доля сульфидов редко превышает 3–5 %) наряду с самородным серебром и кюстелитом присутствуют сульфиды – акантит, прустит, пирсеит, стефанит, полибазит, пираргирит и др. В небольших концентрациях встречаются селениды (агвиларит, науманнит) и теллуриды серебра (гессит, петцит, сильванит). Большинство этих руд сложено кварцем (до 80 %), полевыми шпатами (5–15 %), слюдами, силикатами (хлориты, родонит и др.) и карбонатами. В серебросодержащих рудах с большой (до 80 %) долей сульфидов (серебро-свинцовые, серебро-медно-свинцовые, серебро-свинцово-цинковые и др.) основная масса серебра представлена наряду с простыми сульфидами сульфосолями серебра и серебросодержащими блеклыми рудами. Меньшее значение в них имеют самородное серебро и теллуриды.

II. Группировка месторождений по сложности геологического строения для целей разведки

16. По размерам и форме рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и особенностям распределения серебра месторождения серебряных руд соответствуют 2-, 3- и 4-й группам «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом Министра природных ресурсов Российской Федерации от 7 марта 1997г. № 40.

Ко 2-й группе относятся месторождения (участки) сложного геологического строения, представленные крупными минерализованными зонами (протяженностью около 1 км и более, мощностью 5–10 м и более) или штокверками (площадью более 1 км²) сложного строения, а также; значительными по размерам (1–3 км по простиранию, первые сотни метров по падению, с устойчивыми мощностями от первых метров и более) пласто- и линзообразными залежами. Рудная минерализация распределена неравномерно. (Нежданинское, Карамкенское, Дукатское, Майское, Сibaевское, Блявинское и др. – Россия).

К 3-й группе относятся месторождения (участки) очень сложного геологического строения, представленные средними по размерам минерализованными и жильными зонами (протяженностью от сотен до тысячи метров), жилами с изменчивой мощностью (от нескольких сантиметров до 3 м), линзо- и столбообразными залежами (первые сотни метров по простиранию и падению, мощность 1–2 м) сложного строения. Распределение оруденения весьма неравномерное, нередко прерывистое. (Тидид, Гольцовое, Агинское, Амети-стовое и др. – Россия; Большой Канимансур – Таджикистан).

К 4-й группе относятся месторождения (участки) весьма сложного геологического строения, представленные мелкими по размерам (протяженностью первые десятки метров) единичными или сближенными маломощными (до 0,3–0,4 м) жилами, линзообразными и столбообразными залежами или телами с чрезвычайно сложным прерывистым, гнездообразным распределением рудных скоплений (участки с высокими содержаниями серебра перемежаются с безрудными).

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

18. При отнесении месторождений к той или иной группе в ряде случаев могут использоваться количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения (приложение 1).

III. Изучение геологического строения месторождений и вещественного состава руд

19. По разведанному месторождению необходимо иметь топографическую основу, масштаб которой соответствовал бы его размерам, особенностям геологического строения и рельефу местности. Топографические карты и планы для месторождений серебряных руд обычно составляются в масштабах 1:1000–1:5000. Все разведочные и эксплуатационные выработки (канавы, шурфы, штольни, шахты, скважины), профили детальных геофизических наблюдений, а также естественные обнажения рудных тел или 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 масштабах 1:200 – 1:500; сводные планы – в масштабе не мельче 1:1000. Для скважин должны быть вычислены координаты точек пересечения ими кровли и подошвы рудного тела и построены проложения их стволов на плоскости планов и разрезов.

20. Геологическое строение месторождения должно быть детально изучено и отображено на геологической карте масштаба 1:1000–1:5000 (в зависимости от размеров и сложности месторождения), геологических разрезах, планах, проекциях, а в необходимых случаях – на блок-диаграммах и моделях. Геологические и геофизические материалы по месторождению должны давать представление о размерах и форме рудных тел, условиях их залегания, внутреннем строении и сплошности, наличии зональности в распределении оруденения, характере выклинивания рудных тел, особенностях изменения вмещающих пород и взаимоотношениях рудных тел с вмещающими породами, складчатых структурами и разрывными нарушениями в степени, необходимой и достаточной для обоснования подсчета запасов. Следует также обосновать геологические границы месторождения и поисковые критерии, определяющие местоположение перспективных участков, в пределах которых выявлены прогнозные ресурсы категории P_1^* .

21. Выходы на поверхность и приповерхностные части рудных тел и минерализованных зон должны быть изучены канавами, шурфами с рассечками, траншеями, расчистками, пройденными по простиранию рудных тел, неглубокими 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 обогащения ее серебром, ширину развалов окисленных руд, особенности изменения вещественного состава, технологических свойств руд и провести подсчет запасов первичных, смешанных и окисленных руд отдельно по промышленным (технологическим) типам.

22. Разведка месторождений серебряных руд на глубину проводится горными выработками и скважинами с использованием геофизических методов исследований – наземных, в скважинах и горных выработках.

Методика разведки – соотношение объемов горных работ и бурения, виды горных выработок и способы бурения, геометрия и плотность разведочной сети, методы и способы опробования – должна обеспечить возможность подсчета запасов на разведанном месторождении по категориям, соответствующим группе сложности. Она определяется исходя

* По району месторождения и рудному полю представляются геологическая карты и карта полезных ископаемых в масштабе 1:25 000–1:50 000 с соответствующими разрезами. Указанные материалы должны отражать размещение рудоконтролирующих структур и рудовмещающих комплексов пород, месторождений серебра и рудопоявлений района, а также участков, на которых оценены прогнозные ресурсы серебряных руд. Результаты проведенных в районе геофизических исследований следует использовать при составлении геологических карт и разрезов к ним и отражать на сводных планах интерпретации геофизических аномалий в масштабе представляемых карт.

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 характер пространственного распределения минералов серебра, текстурно-структурные особенности руд (главным образом наличие крупных выделений рудных минералов), а также возможное избирательное истирание при бурении скважин и выкрашивание при опробовании в горных выработках серебросодержащих или породообразующих минералов.

23. 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 околорудных изменений, распределения природных разновидностей руд, их текстуры и структуры, а также представительность материала для опробования.

Практикой геологоразведочных работ установлено, что выход керна для этих целей должен быть не менее 70 % по каждому рейсу бурения. Достоверность определения выхода керна линейным методом следует систематически контролировать весовым или объемным способом.

Величина представительного выхода керна для определения содержаний полезных компонентов и мощностей рудных интервалов должна быть подтверждена исследованиями возможности его избирательного истирания. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования керна и шлама (по интервалам с их различным выходом) с данными опробования горных выработок, скважин ударного, пневмоударного, шарошечного бурения, а также колонковых скважин, пробуренных с применением съемных керноприемников. При бурении по окисленным рудам, обладающим повышенной склонностью к избирательному истиранию, должны быть приняты меры, обеспечивающие достоверное определение содержаний серебра и мощностей рудных интервалов в зоне окисления. При низком выходе керна или избирательном его истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки. При существенном искажении содержания серебра в керновых пробах необходимо обосновать величину поправочного коэффициента к результатам кернового опробования на основе данных контрольных выработок.

Для повышения достоверности и информативности бурения необходимо использовать методы геофизических исследований в скважинах, рациональный комплекс которых определяется исходя из поставленных задач, конкретных геолого-геофизических условий месторождения и современных возможностей геофизических методов. Комплекс каротажа, эффективный для выделения рудных интервалов и установления их параметров, рекомендуется выполнять во всех скважинах, пробуренных на месторождении; при этом необходимо обеспечить возможность дифференциальной интерпретации результатов измерений с целью последующего использования их для оценки неравномерности оруденения в недрах.

В вертикальных скважинах глубиной более 100 м и во всех наклонных, включая подземные, не более чем через каждые 20 м должны быть определены и подтверждены контрольными замерами азимутальные и зенитные углы их стволов. Результаты этих измерений используются при построении геологических разрезов, погоризонтных планов и расчете мощностей рудных интервалов. При наличии подсечений стволов скважин горными выработками результаты замеров заверяются данными маркшейдерской привязки. Для скважин необходимо обеспечить пересечение ими рудных тел под углами не менее 30°.

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

24. Горные выработки являются основным средством детального изучения условий залегания, морфологии и внутреннего строения рудных тел, их сплошности, вещественного состава руд, распределения в них серебра, а также контроля данных бурения, геофизических исследований и отбора технологических проб. Горные выработки следует проходить на участках детализации, а также на горизонтах месторождения, намеченных к первоочередной отработке.

Сплошность рудных тел и изменчивость оруденения по их простиранию и падению должна быть изучена в достаточном объеме на представительных участках по маломощным рудным телам непрерывным прослеживанием штреками и восстающими, а по мощным рудным телам и штокверкам – сгущением сети ортов, квершлаггов, подземных горизонтальных скважин.

25. Расположение разведочных выработок и расстояния между ними должны быть определены для каждого структурно-морфологического типа рудных тел, исходя из их размеров, мощности, внутреннего строения, минеральной формы и характера распределения серебра; при этом следует учитывать возможное столбообразное размещение обогащенных участков.

Приведенные в табл. 3 обобщенные сведения о плотности сетей разведочных выработок даны по ограниченному кругу разведанных серебряных месторождений в России и других странах СНГ. Эти сведения могут учитываться при проектировании геологоразведочных работ, но их нельзя рассматривать как обязательные. Для каждого месторождения обосновываются наиболее рациональные геометрия и плотность сети разведочных выработок на основании изучения особенностей геологического строения на участках детализации и тщательного анализа всех имеющихся геологических, геофизических и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям. При разведке месторождений, характеризующихся комплексным составом руд, следует учитывать возможность распространения серебряной минерализации за контуром рудных тел ведущего металла.

26. Для подтверждения достоверности запасов, подсчитанных на разведанных месторождениях, отдельные их участки должны быть разведаны более детально. Число и размеры участков детализации определяются недропользователем и обосновываются в ТЭО разведочных кондиций. Эти участки следует изучать и опробовать по более плотной разведочной сети, по сравнению с принятой на остальной части месторождения. На разведанных месторождениях запасы на таких участках или горизонтах месторождений 2-й группы должны быть разведаны по категории В, а на месторождениях 3-й и 4-й групп – по категории С₁. На разведанных месторождениях 3-й группы сеть разведочных выработок на участках детализации целесообразно сгущать, как правило, не менее чем в 2 раза по сравнению с принятой для категории С₁.

При использовании интерполяционных методов подсчета запасов (геостатистика, метод обратных расстояний и др.) 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.

Для месторождений с прерывистым оруденением, оценка запасов которых производится без геометризации конкретных рудных тел, в обобщенном контуре с использованием коэффициентов рудоносности, на основании определения пространственного положения, типичных форм и размеров участков 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, и условий разработки месторождения в целом. На разрабатываемых месторождениях для этих целей используются результаты эксплуатационной разведки и разработки.

Таблица 3

Сведения о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся при разведке некоторых месторождений серебряных руд в России и других странах СНГ

Группа месторождений	Характеристика месторождений	Формы рудных тел	Виды выработок	Расстояние между пересечениями рудных тел выработками (в м) для категорий запасов			
				В		С ₁	
				по падению	по простиранию	по падению	по простиранию
1	2	3	4	5	6	7	8
2-я	Кярупные минерализованные зоны, штокверки, значительные по размерам залежи	Минерализованные зоны	Штреки	40–60	Непрерывное прослеживание	80–120	Непрерывное прослеживание
			Восстающие	Непрерывное прослеживание	80–120	Непрерывное прослеживание	120
			Рассечки, кварцшлги	–	20–30	–	40–60
		Скважины	20–40	40–60	40–80	80–120	
		Штокверки	Штреки	40–60	Непрерывное прослеживание	–	Непрерывное прослеживание

1	2	3	4	5	6	7	8
	сложного строения		Квершлагги, горизонтальные скважины Скважины	– 20–40	20–40 40–60	– 40–80	40–80 80–120
		Залежи	Штреки	50–60	Непрерывное прослеживание 80–120	–	Непрерывное прослеживание 120
			Восстающие	Непрерывное прослеживание		Непрерывное прослеживание	
			Орты, горизонтальные скважины Скважины	– 30–40	20–30 40–50	– 50–75	40–60 75–100
3-я	Средние минерализованные и жильные зоны, жилы, залежи сложного строения	Минерализованные и жильные зоны	Штреки	–	–	40–60	Непрерывное прослеживание 80–120
			Восстающие	–	–	Непрерывное прослеживание	
			Рассечки Скважины	– –	– –	– 20–30	
		Жилы	Штреки	–	–	40–60	Непрерывное прослеживание 80–120
			Восстающие	–	–	Непрерывное прослеживание	
			Рассечки Скважины	– –	– –	– 40–60	
Залежи	Штреки	–	–	40–60	Непрерывное прослеживание 80–120		
	Восстающие	–	–	Непрерывное прослеживание			

1	2	3	4	5	6	7	8
			Орты, горизонтальные скважины	–	–	–	20–30
			Скважины	–	–	30–40	50–60

Примечание. На **оцененных месторождениях** разведочная сеть для категории С₂ по сравнению с сетью для категории С₁ разрежается в 2–4 раза в зависимости от сложности геологического строения месторождения.

27. Все разведочные выработки и выходы рудных тел или зон на поверхность должны быть задокументированы. 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, составления зарисовок и их описаний должны систематически контролироваться сличением с натурой специально назначенными комиссиями в установленном порядке. Следует также оценивать качество геологического и геофизического 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.

28. 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.

29. Выбор методов (геологических, геофизических) и способов опробования производится на ранних стадиях оценочных и разведочных работ, исходя из конкретных геологических особенностей месторождения и физических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород, а также применяемых технических средств разведки.

Целесообразность применение ядерно-геофизических методов в качестве рядового опробования* на месторождениях серебряных руд подтверждена положительным опытом использования рентгенорадиометрического метода при опробовании подземных горных выработок на Дукатском месторождении. Применение геофизических методов опробования и использование их результатов при подсчете запасов регламентируется соответствующими нормативно-методическими документами.

Принятые метод и способ опробования должны обеспечивать наибольшую достоверность результатов при достаточной производительности и экономичности. В случае применения нескольких способов опробования они должны быть сопоставлены по точности результатов и достоверности, руководствуясь соответствующими нормативно-методическими документами.

Для сокращения нерациональных затрат труда и средств на отбор и обработку проб рекомендуется интервалы, подлежащие опробованию, предварительно наметить по данным каротажа или замерам ядерно-геофизическими, магнитным и другими методами.

* Возможность использования результатов геофизического опробования для подсчета запасов, а также возможность внедрения в практику опробования новых геофизических методов и методик рассматривается экспертно-техническим советом (ЭТС) уполномоченного экспертного органа после их одобрения НСАМ или другими компетентными советами.

30. 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 разведки месторождений-аналогов, а на новых объектах – экспериментальным путем. Пробы необходимо отбирать в направлении максимальной изменчивости оруденения; в случае пересечения рудных тел разведочными выработками (в особенности скважинами) под острым углом к направлению максимальной изменчивости (если при этом возникают сомнения в представительности опробования) контрольными работами или сопоставлением должна быть доказана возможность использования при подсчете запасов результатов опробования этих сечений;

опробование следует проводить непрерывно, на полную мощность рудного тела с выходом во вмещающие породы на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с условиями 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 разведочных выработках кроме коренных выходов руд должны быть опробованы и продукты их выветривания;

природные разновидности руд и минерализованных пород должны опробоваться отдельно – 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, который не должен превышать установленную условиями минимальную мощность для выделения типов или сортов руд, а также максимальную мощность внутренних пустых и некондиционных прослоев, включаемых в контур руд.

Способ отбора проб в буровых скважинах (керновый, шламовый) зависит от используемого вида и качества бурения. При этом интервалы с разным выходом керна (шлама) опробуются отдельно; при наличии избирательного истирания керна опробованию подвергается как керн, так и измельченные продукты бурения (шлам, пыль и др.); мелкие продукты отбираются в самостоятельную пробу с того же интервала, что и керновая проба, обрабатываются и анализируются отдельно. При небольшом диаметре бурения и весьма неравномерном распределении минералов серебра деление керна при опробовании на половинки не производится.

Горные выработки, намечаемые для вскрытия и пересечения мощных рудных тел (орты, квершлагги), следует ориентировать перпендикулярно направлению максимальной изменчивости оруденения. Выработки, намечаемые для прослеживания маломощных рудных тел (штреки, восстающие), полностью вскрываемых их забоями – вдоль этого направления; для скважин необходимо обеспечить пересечения ими рудных тел под углом не менее 30°.

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. Расстояние между опробуемыми забоями в прослеживающих выработках обычно не превышает 2–4 м (рациональный шаг опробования должен быть подтвержден экспериментальными данными). В горизонтальных горных выработках при крутом залегании рудных тел все пробы размещаются на постоянной, заранее определенной высоте от подошвы выработки. Принятые параметры проб должны быть обоснованы экспериментальными работами.

Данные опробования штреков и восстающих, не вскрывающих рудные тела на всю мощность, не могут быть использованы при подсчете запасов; возможность использования

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

Результаты геологического и геофизического опробования скважин и горных выработок следует использовать в качестве основы для оценки неравномерности оруденения в естественном залегании и прогнозирования показателей радиометрического обогащения, руководствуясь соответствующими методическими документами. При этом для прогнозирования результатов крупнопорционной сортировки целесообразно принять постоянным шаг опробования при длине каждой секции (рядовой пробы), кратной 1 м. Показатели радиометрической сепарации прогнозируются по результатам дифференциальной интерпретации геофизических данных при линейных размерах пробы, соответствующих куску максимальной крупности 100–200 мм.

31. Качество опробования по каждому принятому методу и 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 зерна (отклонения не должны превышать $\pm 10\text{--}20\%$ с учетом изменчивости плотности руд).

Точность бороздового опробования следует контролировать сопряженными бороздами того же сечения, зернового опробования в случае деления зерна на половинки — отбором проб из вторых половинок зерна.

При геофизическом опробовании в естественном залегании контролируются стабильность работы аппаратуры и воспроизводимость метода при одинаковых условиях рядовых и контрольных измерений. В случае выявления недостатков, влияющих на точность опробования, следует производить переопробование рудного интервала. Достоверность геофизического опробования определяется сопоставлением данных бороздового и геофизического опробования по интервалам, для которых доказано отсутствие выкрашивания серебросодержащих или порообразующих минералов при отборе проб.

Достоверность принятых методов и способов опробования контролируется более представительным способом, как правило валовым, руководствуясь соответствующими нормативно-методическими документами. Для этой цели рекомендуется также использовать данные технологических проб, валовых проб, отобранных для определения плотности в целиках, и результаты отработки 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.

32. Обработка проб производится по схемам, разработанным для каждого месторождения, с учетом минеральной формы серебра, крупности выделений и характера его распределения. Основные и контрольные пробы обрабатываются по одной схеме. Качество обработки следует систематически контролировать по всем операциям в части обоснованности коэффициента K и соблюдения схемы обработки. Необходимо регулярно контролировать чистоту поверхностей дробильного оборудования.

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

33. Химический состав руд должен изучаться с полнотой, обеспечивающей выявление всех основных, попутных полезных компонентов и вредных примесей. Содержание их в руде определяется анализами проб химическими, пробирным, спектральным, физическими или другими методами, установленными государственными стандартами или Научным советом по аналитическим методам (НСАМ) и Научным советом по методам минералогических исследований (НСОММИ).

Изучение в серебряных рудах попутных компонентов производится в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

Все рядовые пробы руд анализируются на серебро, а также на попутные компоненты (свинец, цинк, золото, медь, серу, олово, висмут), содержание которых может учитываться при выделении рудных интервалов и оконтуривании рудных тел. Другие полезные компоненты (селен, теллур и др.) и вредные примеси (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.

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

35. 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, не позднее следующего квартала.

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

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

36. Объем внутреннего и внешнего контроля должен обеспечить представительность выборки по каждому классу содержаний и периоду выполнения анализов (квартал, полугодие, год).

При выделении классов следует учитывать параметры кондиций для подсчета запасов (бортовое и минимальное промышленное содержания). В случае большого числа анализируемых проб (2000 и более в год) на контрольные анализы направляется 5 % их общего

количества, но в любом случае должно быть выполнено не менее 30 контрольных анализов за контролируемый период по каждому классу содержаний.

В практике некоторых зарубежных компаний, занимающихся разведкой и разработкой серебрянорудных месторождений, используется более простая, но достаточно эффективная, процедура контроля за качеством отбора, подготовки и анализа проб, основанная на систематическом включении в каждую партию из 20 поступающих в лабораторию рядовых проб по одной пустой, дубликатной и эталонной пробе, формируемых в следующем порядке.

Пустые пробы отбираются из подготовленной на начальной стадии разведки месторождения гомогенизированной валовой пробы массой не менее 20 кг, близкой по составу к серебро-вмещающим породам месторождения. Материалом для валовой пробы служит безрудный керн или породы соответствующего обнажения. Отсутствие значимых количеств серебра в валовой пробе подтверждается многочисленными анализами не менее чем в двух различных лабораториях. Пустая проба включается в начало потока подготовки проб и имеет номер, последовательный с другими пробами.

Дубликатные пробы выбираются в полевых условиях произвольно. При опробовании бурового шлама они готовятся путем его деления. При опробовании керна деление производится после первичной стадии дробления.

Эталонные пробы, содержание серебра в которых известно с приемлемым уровнем точности, должны быть, насколько это возможно, близки к литологическому и минеральному составу вмещающих пород и рудной минерализации месторождения. Концентрация серебра в эталонных пробах должна соответствовать трем основным выделяемым на месторождении классам содержаний, близким к экономически обоснованным величинам содержаний – бортового, среднего и высокого. Эталонные пробы отбираются из заранее подготовленных валовых проб массой не менее 20 кг, составленных из крупнозернистого материала, остающегося от ранее анализированных проб керна или бурового шлама. Истертый и гомогенизированный материал валовых проб, должен быть проанализирован по меньшей мере в пяти независимых лабораториях. Эталонные пробы имеют последовательные с рядовыми пробами номера, которые не должны быть известны для лиц, проводящих анализы.

Использование пустых, дубликатных и эталонных проб обеспечивает регулярный и достаточно эффективный контроль за качеством подготовки рядовых проб (возможное заражение) и проведения анализов (выявление систематических и установление величины случайных погрешностей) в течении всего срока разведки и в основном средствами собственной лаборатории.

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

Относительная среднеквадратическая погрешность, определенная по результатам внутреннего, контроля, не должна превышать значений, указанных в табл. 4. В противном случае 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.

38. При выявлении по данным внешнего контроля систематических расхождений между результатами анализов основной и контролирующей лабораторий проводится ар-

битражный контроль. Этот контроль выполняется в лаборатории, имеющей статус арбитражной. 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 контрольных анализов.

Таблица 4

Предельно допустимые среднеквадратические погрешности по классам содержаний

Компонент	Класс содержаний компонентов в руде, % (Ag, Au, Se и Te, г/т)*	Предельно допустимая относительная среднеквадратическая погрешность, %	Компонент	Класс содержаний компонентов в руде, % (Ag, Au, Se и Te, г/т)*	Предельно допустимая относительная среднеквадратическая погрешность, %
1	2	3	4	5	6
Ag	>500	2,5	Sn	>5	3,0
	300–500	5,0		1–5	6,0
	100–300	7,0		0,5–1	7,5
	50–100	12		0,2–0,5	10
	20–50	13		0,1–0,2	15
	10–20	15		0,05–0,1	20
	1–10	22		0,025–0,05	25
Au дисперсное (до 0,1 мм)	>128	4,0	S	30–40	1,2
	64–128	4,5		20–30	1,5
	16–64	10		10–20	2,0
	4–16	18		2–10	6,0
	1–4	25		1–2	9,0
	0,5–1	30	Bi	1–3	8,0
Au средней крупности (до 0,6 мм)	>128	7,5		0,6–1	8,5
	64–128	8,5	0,2–0,6	11	
	16–64	13	0,05–0,2	15	
	4–16	25	0,02–0,05	20	
	0,5–4	30	Se	50–100	20
Au крупное, часто видимое	>128	10		20–50	25
	64–128	12		5–20	30
	16–64	18	1–5	30	
	4–16	25	Te	50–100	22
	<4	30		20–50	25
Pb	>10	2,5	Te	5–20	30
	5–10	3,5		1–5	30
	2–5	6,0		Ni	1–2
	1–2	8,5	0,5–1		7
	0,5–1	11	0,2–0,5		10
	0,2–0,5	13	0,02–0,2		20

1	2	3	4	5	6
	0,1–0,2	17	Co	0,5–1	3,5
Zn	>10	2,5		0,1–0,5	6
	5–10	3,5	0,05–0,1	10	
	2–5	6,0	0,01–0,05	25	
	0,5–2	11	U	0,03–0,1	6,5
	0,2–0,5	13		0,01–0,03	8,0
	0,1–0,2	17		<0,01	15
		0,02–0,1	22	As	0,5–2
Cu	>5	2,5	0,05–0,5		16
	3–5	4,5	0,01–0,05		25
	1–3	5,5	<0,01		30
	0,5–1	8,5			
	0,2–0,5	13			
	0,1–0,2	17			
	0,05–0,1	25			
<p>Если выделенные на месторождении классы содержаний отличаются от указанных, то величины предельных значений относительных среднеквадратических погрешностей определяют интерполяцией.</p>					

При подтверждении арбитражным анализом систематических расхождений следует выяснить их причины, разработать мероприятия по устранению недостатков в работе основной лаборатории, а также решить вопрос о необходимости повторного анализа всех проб данного класса и периода работы основной лаборатории или о введении в результаты основных анализов соответствующего поправочного коэффициента. Без проведения арбитражного анализа введение поправочных коэффициентов не допускается.

По результатам выполненного контроля опробования – отбора, обработки проб и анализов – оценивается возможная погрешность выделения рудных интервалов и определения их параметров.

39. Минеральный состав руд, их текстурно-структурные особенности и физические свойства должны быть изучены с применением минералого-петрографических, физических, химических и других видов анализа по методикам, утвержденным научными советами по минералогическим и аналитическим методам исследования (НСОММИ, НСАМ). При этом наряду с описанием отдельных минералов производится также количественная оценка их распространенности.

Особое внимание должно быть уделено изучению серебра, форм его нахождения, серебросодержащих рудных и жильных минералов, определению их количества, выяснению их взаимоотношений между собой и с другими минералами (наличие и размеры сростков, характер сростания), размеров зерен и их распределения 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.

40. Объемная масса и влажность руды входят в число основных параметров, используемых при подсчете запасов месторождений, их определение необходимо производить для каждой выделенной природной разновидности руд и внутренних некондиционных прослоев руководствуясь соответствующими нормативно-методическими документами.

Объемная масса плотных руд определяется главным образом по представительным парафинированным образцам. Объемная масса рыхлых, сильно трещиноватых и каверноз-

ных руд, как правило, определяется в целиках. Определение объемной массы может производиться также методом поглощения рассеянного гамма-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.

Достоверность определения объемной массы по образцам при наличии горных выработок должна быть подтверждена методом выемки целиков или исследованиями целиков геофизическими методами.

41. В результате изучения химического и минерального состава, текстурно-структурных особенностей и физических свойств руд устанавливаются их природные разновидности и предварительно намечаются промышленные (технологические) типы, подлежащие отдельной выемке, требующие различных способов переработки.

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

IV. Изучение технологических свойств руд

42. Технологические свойства руд, как правило, изучаются в лабораторных и полупромышленных условиях на минералого-технологических, малых технологических, лабораторных, укрупненно-лабораторных и полупромышленных пробах. Для труднообогатимых или новых типов руд, опыт переработки которых отсутствует, технологические исследования руд и, в случае необходимости, продуктов их обогащения проводятся по специальным программам, согласованным с заказчиком и региональным органом управления фондом недр.

Отбор проб для технологических исследований на разных стадиях геологоразведочных работ следует выполнять в соответствии со стандартом Российского геологического общества СТО РосГео 09-001-98 «Твердые полезные ископаемые и горные породы. Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ», утвержденным и введенным в действие Постановлением Президиума Исполнительного комитета Всероссийского геологического общества (от 28 декабря 1998 г. №17/6).

43. Для выделения технологических типов и сортов руд проводится геолого-технологическое картирование, при котором сеть опробования выбирается в зависимости от числа и частоты перемежаемости природных разновидностей руд. При этом рекомендуется руководствоваться стандартом Российского геологического общества – СТО РосГео 09-002-98 «Твердые полезные ископаемые и горные породы. Геолого-технологическое картирование», утвержденным и введенным в действие Постановлением Президиума Исполнительного комитета Всероссийского геологического общества (от 28 декабря 1998 г. №17/6).

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

На лабораторных и укрупненно-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 и качества получаемой продукции. При этом важно определить оптимальную степень измельчения руд, которая обеспечит максимальное вскрытие ценных минералов при минимальном ошламовании и сбросе их в хвосты.

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

Полупромышленные технологические испытания проводятся в соответствии с программой, разработанной организацией, выполняющей технологические исследования, совместно с недропользователем и согласованной с проектной организацией. Отбор проб производится по специальному проекту.

Укрупненно-лабораторные и полупромышленные 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.

44. При исследовании обогатимости серебряных руд изучаются степень их окисленности, минеральный состав, структурные и текстурные особенности, а также физические и химические свойства минералов, устанавливается наличие попутных компонентов и вредных примесей с использованием приемов и методов технологической минералогии. Оценивается дробимость и измельчаемость, проводится ситовый, дисперсионный и гравитационный анализы разных классов руды. Выбирается технологическая схема обогащения, устанавливается число стадий и стадийная крупность измельчения. Определяются способы обогащения и доводки концентратов и промпродуктов, содержащих попутные компоненты.

45. Природная и технологическая типизация руд на месторождениях серебра производится: по степени окисления; присутствию попутных промышленных компонентов (золото, медь, свинец, цинк) или вредных примесей (мышьяк, углистые вещества); текстурно-структурным особенностям руд.

Наиболее часто различают собственно серебряные, золото-серебряные, серебро-свинцовые, серебро-свинцово-цинковые, серебро-медные и серебро-медно-цинковые руды. Известны также серебросодержащие руды, промышленное значение в которых имеют кобальт, олово, сурьма, никель, вольфрам, висмут, уран, пирит, барит. Золото-серебряные руды с содержанием кремнезема не менее 60 % могут быть использованы в качестве флюсов на медеплавильных заводах. В этом случае промышленную ценность в рудах, помимо благородных металлов, имеет и кварц.

По степени окисления различают первичные (сульфидные), частично окисленные и окисленные серебросодержащие руды. В первичных рудах массовая доля сульфидных минералов колеблется от десятых долей процента до 60–80 %. Характерная особенность окисленных руд – наличие в них оксидов и гидроксидов железа, а в комплексных рудах – оксидов, сульфатов и карбонатов цветных металлов. Частично окисленные руды наряду с сульфидными содержат минералы, характерные для окисленных руд.

Основные технологические типы серебросодержащих руд и показатели извлечения на примере отдельных фабрик приведены в табл. 5.

46. Многообразие минеральных форм серебра и присутствие в рудах других ценных компонентов требуют применения комбинированных технологий, включающих разные

способы обогащения и металлургии. Для извлечения крупных ценных минералов (самородных серебра и золота, акантита, хлораргирита, серебросодержащего галенита, касситерита и других) применяют гравитационные способы; для выщелачивания большинства серебряных минералов, а также золота – цианирование. Флотацией извлекают серебряные минералы, золото, сульфидные минералы меди, свинца, цинка, кобальта, железа и других металлов.

Окисленные и частично окисленные серебряные руды перерабатывают по традиционной технологии с применением цианирования при измельчении материала до крупности 60–90 % класса –0,074 мм с последующим осаждением серебра из растворов цинком.

Первичные серебро-золотые и золото-серебряные руды подвергаются обогащению по гравитационно-флотационной схеме с получением коллективного концентрата благородных металлов. В ряде случаев для повышения извлечения ценных компонентов хвосты направляют на цианирование. При переработке полученных концентратов возможно применение технологии сорбционного цианирования, совмещающей операции выщелачивания золота и серебра и сорбцию этих металлов на ионообменных смолах или активированных углях (Карамкенская фабрика, Россия), или пирометаллургии (прямая плавка, хлоридная плавка, плавка на металлизированный штейн), обеспечивающей более высокие показатели извлечения металлов. Серебряные руды, представленные разрушенным материалом, трещиноватыми и пористыми кусками, в последние годы начали перерабатывать по технологии кучного цианидного выщелачивания.

Серебро-свинцовые и серебро-свинцово-цинковые руды обогащаются по гравитационно-флотационным разветвленным схемам с получением селективных концентратов цветных металлов, а также пиритного концентрата, который подвергается цианированию для извлечения серебра. Причем гравитация используется как на исходной руде, так и на хвостах флотации. Иногда на цианирование направляют и хвосты обогащения.

Серебро-медные, серебро-медно-цинковые и другие комплексные руды обогащаются преимущественно флотацией по традиционным коллективно-селективным или селективным схемам, а пиритный серебросодержащий концентрат обычно цианируют.

При обогащении комплексных руд основная часть серебра концентрируется в свинцовом и медном концентратах, а меньшая – в цинковом и пиритном.

Серебро и золото из концентратов цветных металлов извлекаются попутно в процессах металлургической переработки, причем наиболее эффективно из свинцовых, в которые при обогащении и стремятся максимально извлечь ценные компоненты.

Таблица 5

Основные технологические типы серебросодержащих руд

Показатели	Тип руд					
	серебряные окисленные	серебро-золотые окисленные	серебро-золотые первичные	серебро-свинцовые первичные	серебро-свинцово-цинковые первичные	серебро-полиметаллические первичные
1	2	3	4	5	6	7
Содержание серебра, г/т	800–1000	100–200	50–250	600–800	50–500	50–300
Содержание попутных металлов:						
золота, г/т	–	2–6	4–20	–	–	1,0–7,0
свинца, %	–	–	–	0,4–0,6	0,4–0,5	0,3–0,7
цинка, %	–	–	–	–	0,5–0,6	0,8–1,0
Извлечение в цианистый раствор, %:						
серебра	90–95	85–90	80–85	–	–	–
золота	–	90–92	90–95	–	–	–
Извлечение в концентраты, %:						
серебра	–	–	–	92–98	86–93	75–80
золота	–	–	–	–	–	80–84
свинца	–	–	–	90–94	82–92	76–80

1	2	3	4	5	6	7
цинка	–	–	–	–	80–90	72–76
Типичные месторождения	Лорето (Мексика)	Кохномай (Япония)	Карамкенское, Джульетта (Россия)	Саншайн (США)	Большой Каниман- сур (Таджикистан), Торбрит (Канада)	Дукатское (Россия), Портовело (Эквадор)

Золото-серебро-марганцовые руды с тонкодисперсным серебром, ассоциированным с оксидами марганца, относятся к категории упорных. Переработку таких руд в промышленности осуществляют по двум комбинированным технологиям: обработка измельченной руды в водной среде сернистым газом; хлорирующий обжиг руды, цианирование огарка. По первой технологии из руды помимо золота и серебра получают товарный марганцевый продукт.

Перспективным направлением совершенствования технологии переработки всех типов руд (особенно комплексных) является применение процесса сухой крупнокусковой радиометрической сепарации. Он призван решить задачи удаления отвальной породы для повышения качества сырья и разделения на минеральные разновидности с целью повышения эффективности их последующего обогащения. Поскольку современные методы радиометрической сепарации недостаточно чувствительны для регистрации таких низких концентраций серебра (менее 200–300 г/т), применение этого процесса основано на реализации косвенных признаков разделения по корреляции серебра (прямой или обратной) с другими компонентами.

В результате промышленной переработки серебряносодержащих руд получают следующие товарные продукты: золото- и серебряносодержащие кварцевые флюсовые руды; гравитационные золото-серебряные и серебряные концентраты; флотационные золото-серебряные и серебряные концентраты; флотационные серебряносодержащие медные концентраты; флотационные серебряносодержащие свинцовые концентраты; флотационные серебряносодержащие цинковые концентраты; золото- и серебряносодержащие цинковые осадки; золото катодное; золото лигатурное (золото-серебряные слитки).

Качество товарных продуктов в каждом конкретном случае регламентируется договором между поставщиком (рудником) и металлургическим предприятием или должно соответствовать существующим стандартам и техническим условиям. Для сведения в табл. 6 приведены ранее применявшиеся в СССР технические требования к флюсовым рудам, а также перечень стандартов к другим видам продукции (приложение 2).

Таблица 6

Требования к химическому составу, крупности классов и сортов флюсовых руд

Класс и сорт	Содержание, %				Крупность, мм
	кремнезема общего, не менее	глинозема, не более	мышьяка, не более	сурьмы, не более	
1	2	3	4	5	6
Отражательный					0–10
I сорт	70	8	0,8	0,3	
II сорт	65	10	0,8	0,3	
III сорт	60	13	0,8	0,3	
Конверторный					10–50
I сорт	70	8	0,8	0,3	
II сорт	65	10	0,8	0,3	
III сорт	62	12	0,8	0,3	
Шахтный					50–120
I сорт	90	6	0,8	0,3	

1	2	3	4	5	6
II сорт	75	8	0,8	0,3	
III сорт	68	9	0,8	0,3	

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

Промышленные (технологические) типы и сорта руд должны быть охарактеризованы по соответствующим предусмотренным кондициям показателям, определены основные технологические параметры обогащения и химической переработки (выход концентратов, их характеристика, извлечение ценных компонентов в отдельных операциях, сквозное извлечение и др.).

Достоверность данных, полученных в результате полупромышленных испытаний, оценивают на основе технологического и товарного баланса. Разница в массе металла между этими балансами не должна превышать 10 %, и она должна быть распределена пропорционально массе металла в концентратах и хвостах. Показатели переработки сравнивают с показателями, получаемыми на современных обогатительных фабриках.

Для попутных компонентов в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке, необходимо выяснить формы нахождения и баланс их распределения в продуктах обогащения и передела концентратов, а также установить условия, возможность и экономическую целесообразность их извлечения.

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

48. При проведении технологических исследований руд рекомендуется изучить возможность их радиометрической (фотометрической, рентгенорадиометрической, нейтронно-активационной и др.) порционной сортировки в транспортных емкостях или селекции кускового материала, руководствуясь соответствующими методическими документами.

V. Изучение гидрогеологических, инженерно-геологических, экологических и других природных условий месторождения

49. Гидрогеологическими исследованиями должны быть изучены основные водоносные горизонты, которые могут участвовать в обводнении месторождения, выявлены наиболее обводненные участки и зоны и решены вопросы использования или сброса рудничных вод.

По каждому водоносному горизонту следует установить его мощность, литологический состав, типы коллекторов, условия питания, взаимосвязь с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами, положение уровней подземных вод и другие параметры, определить возможные водопритоки в эксплуатационные горные выработки, проходка которых предусмотрена в ТЭО кондиций, и разработать рекомендации по их защите от подземных вод. Необходимо также:

изучить химический состав и бактериологическое состояние вод, участвующих в обводнении месторождения, их агрессивность по отношению к бетону, металлам, полиме-

рам, содержание в них полезных и вредных примесей; 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 хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающие потребность будущих предприятий по добыче и переработке минерального сырья.

Утилизация дренажных вод предполагает подсчет эксплуатационных запасов. Подсчет эксплуатационных запасов дренажных вод производится, руководствуясь соответствующими методическими документами.

По результатам гидрогеологических исследований должны быть даны рекомендации к проектированию рудника: по способам осушения геологического массива; по водоотводу; по утилизации дренажных вод; по источникам водоснабжения; по природоохранным мерам.

50. Проведение инженерно-геологических исследований на месторождениях при разведке необходимо для информационного обеспечения проекта разработки (расчета основных параметров карьера, подземных выработок и целиков, типовых паспортов буровзрывных работ и крепления) и повышения безопасности ведения горных работ.

Инженерно-геологические исследования на месторождении необходимо проводить в соответствии с «Методическим руководством по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при разведке», рассмотренным и одобренным Департаментом геологии и использования недр Министерства природных ресурсов Российской Федерации (протокол №7 от 4 сентября 2000 г.) и методическими рекомендациями: «Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений», рассмотренными и одобренными Управлением ресурсов подземных вод, геоэкологии и мониторинга геологической среды Министерства природных ресурсов Российской Федерации (протокол №5 от 12 апреля 2002 г.).

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

В районах с развитием многолетнемерзлых пород следует установить температурный режим пород, положение верхней и, при необходимости, нижней границ мерзлотной толщи, контуры и глубины распространения таликов, характер изменения физических свойств пород при оттаивании, глубину слоя сезонного оттаивания и промерзания.

В результате инженерно-геологических исследований должны быть получены материалы по прогнозной оценке устойчивости пород в подземных горных выработках, бортах карьера и расчету основных параметров карьера.

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

51. Современные способы разработки месторождений серебра не отличаются многообразием; применяются в основном подземный и открытый способы добычи руд с традиционными системами. Применяемые способы разработки зависят от горно-геологических условий залегания рудных тел, принятых горнотехнических показателей, схем добычи руды и обосновываются в ТЭО кондиций.

52. 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.

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

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

54. Основная цель экологических исследований заключается в информационном обеспечении проекта освоения месторождения в части природоохранных мер.

Экологическими исследованиями должны быть: установлены фоновые параметры состояния окружающей среды (уровень радиации, качество поверхностных и подземных вод и воздуха, характеристика почвенного покрова, растительного и животного мира и т. д.); определены предполагаемые виды химического и физического воздействия намечаемого к строительству объекта на окружающую природную среду (запыление прилегающих территорий, загрязнение поверхностных и подземных вод, почв рудничными водами и промстоками, воздуха выбросами в атмосферу и т. д.), объемы изъятия для нужд производства природных ресурсов (лесных массивов, воды на технические нужды, земель для размещения основных и вспомогательных производств, отвалов вскрышных и вмещающих горных пород, некондиционных руд и т. д.); оценены характер, интенсивность, степень и опасность воздействия, продолжительность и динамика функционирования источников загрязнения и границы зон их влияния.

Специфика техногенных источников воздействия месторождений серебросодержащих руд определяется горным (подземным и открытым) способом разработки, применением цианирования и флотации в качестве ведущих методов обогащения, присутствием в качестве попутных компонентов свинца, цинка, меди, золота, селена и других химических элементов.

Для решения вопросов, связанных с рекультивацией земель, следует определить мощность почвенного покрова и произвести агрохимические исследования рыхлых отложений, а также выяснить степень токсичности пород вскрыши и возможность образования на них растительного покрова. Должны быть даны рекомендации по разработке мероприятий по охране недр, предотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивации земель.

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

56. Другие полезные ископаемые, образующие во вмещающих и перекрывающих породах самостоятельные залежи, должны быть изучены в степени, позволяющей определить

их промышленную ценность и область возможного использования в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

VI. Подсчет запасов

57. Подсчет и квалификация по степени разведанности запасов месторождений серебряных руд производится в соответствии с требованиями «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом Министра природных ресурсов Российской Федерации от 7 марта 1997г. № 40.

58. Запасы подсчитываются по подсчетным блокам, запасы руды в которых не должны превышать, как правило, годовую производительность будущего горного предприятия. Участки рудных тел, выделяемые в подсчетные блоки, должны характеризоваться:

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

однородностью геологического строения или примерно одинаковой 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 (крылу, замковой части складки, тектоническому блоку, ограниченному разрывными нарушениями);

общностью горнотехнических условий разработки.

По падению рудных тел подсчетные блоки следует разделять горизонтами горных работ или скважин с учетом намечаемой последовательности отработки запасов.

При невозможности геометризации и оконтуривания балансовых и забалансовых руд или промышленных (технологических) типов и сортов руд количество и качество их в подсчетном блоке определяются статистически.

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

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

Запасы категорий В при разведке подсчитываются только на месторождениях 2-й группы. К ним относятся запасы, выделенные на участках детализации или в пределах других частей рудных тел, степень разведанности которых скважинами и горными выработками соответствует требованиям Классификации к этой категории.

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

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

На разрабатываемых месторождениях запасы категории В подсчитываются по данным дополнительной разведки, эксплуатационной разведки и горно-подготовительных выработок в соответствии с требованиями Классификации к этой категории.

К категории C_1 относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть скважин и горных выработок, а достоверность полученной при этом информации подтверждена на новых месторождениях результатами работ на участках детализации или данными эксплуатации на разрабатываемых месторождениях. На месторождениях с прерывистым оруденением при невозможности геометризации рудных тел количество и качество балансовых, забалансовых запасов и промышленных типов руд в подсчетном блоке определяются статистически. При этом изученность основных особенностей внутреннего строения должна обеспечить выявление рудоносности и закономерностей распределения участков кондиционных руд.

Контуры запасов категории C_1 определяются, как правило, по разведочным выработкам, а для наиболее выдержанных и крупных рудных тел – геологически обоснованной ограниченной экстраполяцией, учитывающей изменение морфоструктурных особенностей, мощностей рудных тел и качество руд.

Запасы категории C_2 подсчитываются по конкретным рудным телам, а при невозможности их геометризации статистически в обобщенном контуре, границы которых определены по геологическим и геофизическим данным и подтверждены единичными скважинами или горными выработками, встретившими промышленные руды, или путем экстраполяции по простиранию и падению от разведанных запасов более высоких категорий при наличии подтверждающих экстраполяцию единичных пересечений, результатов геофизических работ, геолого-структурных построений и установленных закономерностей изменения мощностей рудных тел и содержаний серебра.

Запасы подсчитываются отдельно по категориям разведанности, способам отработки (карьерами, штольнями, шахтами), по выделенным промышленным (технологическим) типам и сортам руд и их экономическому значению (балансовые, забалансовые). При невозможности оконтуривания количественные соотношения различных промышленных (технологических) типов и сортов руд определяются статистически.

При разделении запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительного показателя могут использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров.

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

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

60. При подсчете запасов традиционными методами (геологических блоков, разрезов и др.) должны быть выявлены пробы с аномально высоким содержанием серебра (золота) («ураганские» пробы), проанализировано их влияние на величину среднего содержания по разведочным сечениям и подсчетным блокам и при необходимости ограничено их влияние. Части рудных тел с высоким содержанием и увеличенной мощностью или участки с высоким коэффициентом рудоносности следует выделять в самостоятельные подсчетные блоки и более детально разведывать.

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 распределения проб по классам содержания серебра по данным сгущения разведочной сети).

Для ограничения влияния бонанцевых пересечений можно использовать граничные содержания серебра в рядовых пробах (не пересечениях) по соответствующему перцентиллю. Этот способ ограничения выдающихся содержаний используется зарубежными горнорудными компаниями, как предварительная процедура при геостатистическом моделировании.

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

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

63. На разрабатываемых месторождениях для контроля за полнотой отработки ранее утвержденных запасов и обоснования достоверности подсчитанных новых запасов необходимо производить сопоставление данных разведки и эксплуатации по запасам, условиям залегания, морфологии, мощности, внутреннему строению рудных тел, коэффициенту рудоносности содержанию полезных компонентов в соответствии с «Методическими рекомендациями по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденными МПР России в установленном порядке..

В материалах сопоставления должны быть приведены контуры ранее утвержденных государственной экспертизой и погашенных запасов (в том числе добытых и оставшихся в целиках), списанных как неподтвердившихся, контуры площадей приращиваемых запасов, 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) и баланс руды и металла в контуре погашенных запасов, отражающий изменение утвержденных запасов при эксплуатационной разведке, потери при добыче и транспортировке, выход товарной продукции и потери при переработке руд. Результаты сопоставления должны сопровождаться графикой, отражающей изменение представлений о горно-геологических условиях месторождения и морфологии рудных тел.

Если данные разведки в целом подтверждаются разработкой или имеющиеся незначительные расхождения не влияют на технико-экономические показатели горнодобывающего предприятия, для сопоставления данных разведки и разработки могут быть использованы результаты геолого-маркшейдерского учета.

По месторождению, на котором по степени разведанности утвержденные запасы или качество руд не подтвердились при разработке или необходимо введение поправочных коэффициентов в ранее утвержденные параметры или запасы, обязательным является выполнение специального подсчета запасов по данным доразведки и эксплуатационной разведки и оценка достоверности результатов, полученных при проведении этих работ.

При анализе результатов сопоставления необходимо установить величины изменений при разработке или доразведке утвержденных уполномоченным экспертным органом подсчетных параметров (площадей подсчета, мощностей рудных тел, коэффициентов рудо-

ности, содержаний полезных компонентов, объемных масс и т. д.), запасов и качества руд, а также выяснить причины этих изменений.

64. В последние годы при подсчете запасов рудных месторождений находит применение метод геостатистического моделирования, позволяющий использовать процедуру крайгинга для исследования закономерностей пространственного распределения изучаемых признаков (концентраций полезного компонента, мощностей рудных пересечений, метропроцентов) и их оценивания, с установлением амплитуды возможных ошибок.

Эффективность применения крайгинга в значительной степени обусловлена количеством и качеством исходной разведочной информации, методологией анализа первичных данных и моделирования, отвечающей индивидуальным геологическим особенностям строения разведываемого месторождения (законам распределения подсчетных параметров, характеру тренда и анизотропии, влиянию структурных границ, структуре и качеству экспериментальных вариограмм, параметрам поискового эллипсоида и др.). При использовании процедуры крайгинга количество и плотность разведочных пересечений должны быть достаточными для обоснования оптимальных интерполяционных формул (для двухмерного моделирования – не менее нескольких десятков разведочных пересечений, для трехмерного – не менее первых сотен проб). Изучение свойств пространственных переменных рекомендуется производить на участках детализации.

Вычисление вариограмм производится на основе данных опробования по сквозным рудным пересечениям (жильный тип), составным пробам, длина которых согласуется с уступом карьера (штокверки, мощные минерализованные зоны), и по интервалам опробования.

При построении блочной геостатистической модели месторождения максимально возможный размер элементарного блока выбирается исходя из планируемой технологии добычи, минимальный определяется плотностью созданной на месторождении разведочной сети наблюдений (не рекомендуется принимать размер сторон элементарного блока менее $\frac{1}{4}$ средней плотности сети).

Результаты подсчета запасов могут быть представлены в двух видах: при расчете по сетке одинаковых равноориентированных блоков составляются таблицы подсчетных параметров по всем элементарным блокам совместно со значениями дисперсии крайгинга; при расчете крупными геологическими блоками индивидуальной геометрии каждый блок должен быть привязан в пространстве и иметь список проб, входящих в зону влияния.

Все массивы цифровых данных (данные опробования, координаты проб или рудных пересечений, аналитические выражения структурных вариограмм и др.) должны представляться в форматах, доступных для экспертизы с использованием наиболее распространенных программных комплексов (например, в виде DBF-файлов с отдельным указанием способа кодирования пропущенных значений или в виде ASCII-файлов стандартного формата GEOEAS). Модели симметризирующих преобразований, трендов и вариограмм, прочие параметры представляются в аналитическом и описательном виде.

Считается, что геостатистический способ подсчета запасов дает наилучшую возможность установления оценок средних содержаний полезного компонента в подсчетных блоках, рудных телах и по месторождению в целом без специальных приемов по уменьшению влияния «ураганных» проб, позволяет снизить ошибки оконтуривания рудных тел с весьма сложной морфологией и внутренним строением и оптимизировать технологию отработки месторождения. Вместе с тем, геостатистические методы подсчета запасов должны быть контролируемы в своем применении и подчинены особенностям геологического строения месторождения. Результаты геостатистического моделирования и оценивания должны

проверяться (сравниваться) результатами традиционных методов подсчета запасов на представительных участках.

65. При компьютерном подсчете запасов должна быть обеспечена возможность просмотра, проверки и корректировки исходных данных (координаты разведочных выработок, данные инклинометрии, отметки контактов, результаты опробования, планы опробования, параметры кондиций и др.), результатов промежуточных расчетов и построений (каталог рудных пересечений, выделенных в соответствии с кондициями; геологические разрезы или планы с контурами промышленного оруденения; проекции рудных тел на горизонтальную или вертикальную плоскость; каталог подсчетных параметров по блокам, уступам, разрезам) и сводных результатов подсчета запасов. Выходная документация и машинная графика должны отвечать существующим требованиям к этим документам по составу, структуре, форме и др.

66. Подсчет запасов попутных полезных ископаемых и компонентов производится в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

67. Подсчет запасов оформляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов металлических и неметаллических полезных ископаемых», утвержденными МПР России в установленном порядке.

Требования к представлению материалов подсчета запасов в электронном виде сформулированы в «Методических рекомендациях по составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по технико-экономическим обоснованиям кондиций для подсчета запасов месторождений полезных ископаемых», утвержденными МПР России в установленном порядке.

VII. Степень изученности месторождений (участков месторождений)

По степени изученности сереборудные месторождения (и их участки) могут быть отнесены к группе оцененных либо разведанных в соответствии с требованиями раздела 3 «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом Министра природных ресурсов Российской Федерации от 7 марта 1997г. № 40.

Степень изученности для оцененных месторождений определяет целесообразность продолжения разведочных работ на объекте, для разведанных – подготовленность месторождения для промышленного освоения.

68. На оцененных месторождениях серебряных руд должна быть определена их промышленная ценность и целесообразность проведения разведочной стадии работ, выявлены общие масштабы месторождения, выделены наиболее перспективные участки для обоснования последовательности разведки и последующей отработки.

Параметры кондиций для подсчета запасов должны быть установлены на основе технико-экономического обоснования временных разведочных кондиций, разрабатываемых на основе отчетов о результатах оценочных работ для всех вновь открытых месторождений. В отчете должна содержаться информация, достаточная для предварительной геолого-экономической оценки месторождения.

Запасы оцененных месторождений по степени изученности квалифицируются, главным образом, по категории C_2 и, частично, C_1 .

Соображения о способах и системах разработки месторождения, возможных масштабах добычи обосновываются укрупнено на основе проектов-аналогов; технологические схемы обогащения с учетом комплексного использования сырья, возможном выходе и качестве товарной продукции определяются на основе исследований лабораторных проб; капитальные затраты на строительство рудника, себестоимость товарной продукции и др. экономические показатели определяются по укрупненным расчетам на базе проектов-аналогов.

Для детального изучения морфологии оруденения, вещественного состава руд и разработки технологических схем обогащения и переработки руд на оцененных месторождениях (участках) может осуществляться опытно-промышленная разработка (ОПР). ОПР проводится в рамках проекта разведочной стадии работы по решению государственной экспертизы материалов подсчета запасов в течение не более 3 лет на наиболее характерных, представительных для большей части месторождения участках, включающих типичные для месторождения руды. Масштаб и сроки ОПР должны быть согласованы с органами Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Необходимость проведения ОПР должна быть обоснована в каждом конкретном случае с определением ее целей и задач.

Проведение опытно-промышленной разработки диктуется, обычно, необходимостью выявления особенностей геологического строения (изменчивость морфологии и внутреннего строения) рудных тел, горно-геологических и инженерно-геологических условий отработки, технологии добычи руд и их обогащения (природные разновидности и технологические типы руд и их взаимоотношения, особенности обогащения, полупромышленные испытания и т.д.) решение которых возможно только при вскрытии рудных тел на существенную глубину и протяженность.

К ОПР необходимо также прибегать при внедрении новых методов добычи полезных ископаемых, а также при отработке новых нетрадиционных типов руд. Кроме того, ОПР целесообразна при освоении крупных и очень крупных месторождений, на которых, прежде чем приступить к строительству основных фабрик, разработанная технологическая схема испытывается и совершенствуется на небольших обогатительных фабриках.

69. На разведанных месторождениях качество и количество запасов, их технологические свойства, гидрогеологические, горнотехнические и экологические условия разработки должны быть изучены по скважинам и горным выработкам с полнотой, достаточной для разработки технико-экономического обоснования решения о порядке и условиях их вовлечения в промышленное освоение, а также о проектировании строительства или реконструкции на их базе горнодобывающего производства.

Разведанные месторождения по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

обеспечивается возможность квалификации запасов по категориям соответствующим группе сложности геологического строения месторождения;

вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования рациональной технологии их переработки с комплексным извлечением всех полезных компонентов, имеющих промышленное значение, и определения направления использования отходов производства или оптимального варианта их складирования или захоронения;

запасы других совместно залегающих полезных ископаемых, включая породы вскрыши и подземные воды, с содержащимися в них компонентами, отнесенные на основании кондиций к балансовым, изучены и оценены в степени, достаточной для определе-

ния их количества и возможных направлений использования;

гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические, экологические и другие природные условия изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения с учетом требований природоохранного законодательства и безопасности горных работ;

достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии рудных тел, качестве и количества запасов подтверждены на представительных для всего месторождения участках детализации, размер и положение которых определяются недропользователем в каждом конкретном случае в зависимости от геологических особенностей месторождения;

рассмотрено возможное влияние разработки месторождения на окружающую среду и даны рекомендации по предотвращению или снижению прогнозируемого уровня отрицательных экологических последствий до требований соответствующих нормативных документов;

подсчетные параметры кондиций установлены на основании технико-экономических расчетов, позволяющих определить масштабы и промышленную значимость месторождения с необходимой степенью достоверности.

Рациональное соотношение запасов различных категорий определяется недропользователем с учетом допустимого предпринимательского риска. Возможность полного или частичного использования запасов категории C_2 при проектировании отработки месторождений определяется в каждом конкретном случае по результатам государственной геологической экспертизы подсчета запасов и оформляются в виде рекомендации. Запасы категории C_2 на месторождениях 4-й группы по сложности геологического строения при проектировании отработки месторождений учитываются полностью. Решающими факторами при этом являются особенности геологического строения рудных тел, их мощность и характер распределения в них рудной минерализации, оценка возможных ошибок разведки (методов, технических средств, опробования и аналитики), а также опыт разведки и разработки месторождений аналогичного типа.

Разведанные месторождения относятся к подготовленным для промышленного освоения при выполнении настоящих рекомендаций и утверждения запасов (балансовых и забалансовых) в установленном порядке.

VIII. Пересчет и переутверждение запасов

Пересчет и переутверждение запасов в установленном порядке производится по инициативе недропользователя, а также контрольных и надзорных органов в случаях существенного изменения представлений о качестве и количестве запасов месторождения и его геолого-экономической оценке в результате дополнительных геологоразведочных и добычных работ.

По инициативе недропользователя пересчет и переутверждение запасов производится при наступлении случаев, существенно ухудшающих экономику предприятия:

существенном неподтверждении разведанных и утвержденных ранее запасов и (или) их качества;

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

изменении требований промышленности к качеству минерального сырья;

когда общее количество балансовых запасов, списанных и намечаемых к списанию как неподтвердившихся (в процессе дополнительной разведки, эксплуатационной разведки и разработки месторождения), а также не подлежащих отработке по технико-экономическим причинам превышает нормативы, установленные действующим положением о порядке списания запасов полезных ископаемых с баланса горнодобывающих предприятий (т.е. более 20 %).

По инициативе контрольных и надзорных органов пересчет и переутверждение запасов производится при наступлении случаев, ущемляющих права недровладельца (государства) в части необоснованного уменьшения налогооблагаемой базы:

увеличении балансовых запасов, по сравнению с ранее утвержденными, более чем на 50 %;

существенном и стабильном увеличении мировых цен на продукцию предприятия (более 50 % от заложенных в обоснования кондиций);

разработке и внедрении новых технологий, существенно улучшающих экономику производства;

выявлении в рудах или вмещающих породах ценных компонентов или вредных примесей, ранее не учтенных при оценке месторождения и проектировании предприятия.

Экологические проблемы предприятия, вызванные временными причинами (геологические, технологические, гидрогеологические и горнотехнические осложнения, временное падение мировых цен продукции) может быть устранено с помощью механизма эксплуатационных кондиций и не требует пересчета и переутверждения запасов.

**Характеристические показатели сложности геологического строения
месторождений твердых полезных ископаемых**

Система разведки и плотность разведочной сети зависят в основном от нескольких природных факторов: условий залегания и структурно-геологических особенностей рудных тел (выдержанности и морфологии рудных тел, характера границ) и распределения полезного компонента (степени изменчивости качества полезного ископаемого в пределах рудных тел).

В качестве основных количественных показателей сложности строения рудных тел рекомендуется использовать следующие величины: коэффициент рудоносности (K_p), показатель сложности (q) и коэффициенты вариации мощности (V_m) и содержания (V_C) в рудных пересечениях (А.П. Прокофьев, 1973).

Коэффициент рудоносности обычно выражается как отношение линейных величин – длины рудных интервалов по скважинам или горным выработкам (λ_p) к общей длине пересечений в пределах продуктивной зоны (в границах промышленного оруденения – λ_0):

$$K_p = \frac{\lambda_p}{\lambda_0} \cdot \quad (1.1)$$

Показатель сложности рассчитывается по отношению числа рудных пересечений (N_p) к сумме всех разведочных пересечений (рудных, безрудных внутриконтурных N_B и законтурных N_3 , обрисовывающих общую границу сложного объекта):

$$q = \frac{N_p}{N_p + N_B + N_3} \cdot \quad (1.2)$$

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

$$V_m = \frac{S_m}{m_{cp}} \cdot 100; \quad (1.3)$$

$$V_C = \frac{S_C}{C_{cp}} \cdot 100, \quad (1.4)$$

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} .

Обобщенные ориентировочные предельные значения показателей сложности строения рудных тел по месторождениям 1-, 2-, 3- и 4-й групп сложности приведены в таблице.

Таблица

Количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения

Группа месторождений	Показатели изменчивости объектов разведки			
	формы			содержания
	K_p	q	$V_m, \%$	$V_C, \%$
1	2	3	4	5

1	2	3	4	5
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 принимается по совокупности всей геологической информации с учетом показателя, характеризующего наивысшую изменчивость формы или содержания.

Перечень стандартов и технических условий

ТУ 117-2-26-76	Руда золотосодержащая кварцевая флюсовая
ТУ 117-2-8-75	Концентрат гравитационный золотосодержащий
ТУ 117-2-6-75	Концентрат флотационный золотосодержащий
ТУ 48-7-13-89	Концентрат медный
ТУ 48-6-116-90	Концентрат свинцовый
ТУ 48-6-117-90	Концентрат цинковый
ТУ 117-2-1-78	Осадки цинковые золотосодержащие
ТУ 117-2-3-78	Золото катодное
ТУ 117-2-7-75	Золото лигатурное
ТУ 48-43-472-89	Концентрат серебросодержащий, коллективный
ГОСТ 28595-90	Серебро в слитках