

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению Классификации запасов
месторождений и прогнозных ресурсов
твердых полезных ископаемых**

Свинцовые и цинковые руды

Москва, 2007

Разработаны Федеральным государственным учреждением «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ ГКЗ) по заказу Министерства природных ресурсов Российской Федерации и за счет средств федерального бюджета.

Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р.

Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Свинцовые и цинковые руды.

Предназначены для работников предприятий и организаций, осуществляющих свою деятельность в сфере недропользования, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Применение настоящих Методических рекомендаций обеспечит получение геологоразведочной информации, полнота и качество которой достаточны для принятия решений о проведении дальнейших разведочных работ или о вовлечении запасов разведанных месторождений в промышленное освоение, а также о проектировании новых или реконструкции существующих предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых.

I. Общие сведения

1. Настоящие Методические рекомендации по применению Классификации запасов к месторождениям свинцовых и цинковых 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, № 26, ст. 2669; 2006, №25, ст.2723), Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278, и содержат рекомендации по применению Классификации запасов к месторождениям свинцовых и цинковых 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 в и н е ц – тяжелый металл голубовато-серого цвета, имеющий плотность 11,34 г/см³, температуру плавления 327,4 °С; очень пластичный, мягкий – легко режется и прокатывается, обладает хорошими антифрикционными и антикоррозионными свойствами, устойчив к действию атмосферных осадков и многих химических реагентов, сильно поглощает гамма- и рентгеновские лучи.

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

4. Свинец и цинк принадлежат к группе халькофильных элементов, среднее содержание в земной коре (кларк) свинца составляет 0,0016 %, цинка – 0,0083 %. В природе известно более 300 минералов, содержащих свинец, и более 140 – цинк. Главнейшими минералами свинца и цинка являются сульфиды, сульфосоли и карбонаты (табл. 1).

Свинец и цинк обычно в природе встречаются совместно, вследствие чего месторождения этих металлов часто называют полиметаллическими.

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

Главнейшие минералы свинца и цинка

Минерал	Химический состав (формула)	Содержание элемента, %	Плотность, г/см ³
1	2	3	4
Свинец			
Галенит	PbS	86,6	7,57
Буланжерит	Pb ₅ Sb ₄ S ₁₁	55,4	6,21
Бурнонит	PbCuSbS ₃	42,5	5,93
Церуссит	PbCO ₃	77,5	6,55
Англезит	PbSO ₄	68,3	6,56
Пироморфит	Pb ₅ (PO ₄) ₃ Cl	76,1	7,04
Ванадинит	Pb ₅ (VO ₄) ₃ Cl	73,1	6,88
Вульфенит	PbMoO ₄	51,5	6,57
Плюмбоярозит	PbFe ₆ (SO ₄) ₄ (OH) ₁₂	19,22	3,67
Цинк			
Сфалерит	ZnS	67,0	4,08
Вюртцит	ZnS	67,0	3,98–4,09
Смитсонит	ZnCO ₃	51,9	4,43
Каламин	Zn ₄ (Si ₂ O ₇)(OH) ₂ ·H ₂ O	52,6	3,3–3,35
Цинкит	ZnO	80,2	5,68
Гидроцинкит	Zn ₅ (OH) ₆ (CO ₃) ₂	59,3	4
Виллемит	Zn ₂ SiO ₄	58,4	4,20

5. Основное количество свинца (свыше 65 %) используется для производства аккумуляторных батарей. Значительная часть идет на изготовление оболочек электрических кабелей. Свинец входит в состав различных сплавов (баббитов, типографских и др.). Соединения свинца идут на изготовление красителей (белил, сурика и др.). Ввиду относительно большой химической стойкости применяется в химической промышленности для изготовления различной аппаратуры, в электролизных ваннах на металлургических заводах. Благодаря способности поглощать радиоактивное излучение свинец используется в ядерной технике. Применяется также в военном деле для изготовления боеприпасов.

Цинк используется главным образом (до 50 %) в качестве антикоррозионных покрытий, для оцинкования поверхностей. Значительное количество цинка потребляется в различного рода сплавах с добавкой алюминия, меди и магния, обладающих хорошими литейными качествами. Большое количество цинка расходуется на производство латуни. Цинк входит в состав мельхиора, антифрикционного и типографского сплавов, применяется при изготовлении аккумуляторных батарей. Оксид цинка используется для изготовления цинковых белил, в качестве наполнителя при производстве резины, в медицине и химической промышленности.

Металлический цинк в виде порошка применяется для осаждения (цементации) золота и серебра из цианистых растворов, а также в гидрометаллургии для очистки цинковых растворов от меди и кадмия.

6. Основным источником получения свинца и цинка являются сульфидные руды, содержащие, кроме галенита и сфалерита, пирит, халькопирит, арсенопирит. Окисленные руды имеют подчиненное значение в качестве источника получения свинца и цинка и представляют собой железистые охры или баритовые сыпучки, содержащие в тех или иных количествах церуссит, англезит, смитсонит, каламин, малахит.

Свинцово-цинковые руды, как правило, содержат два основных полезных компонента – цинк и свинец. На медноколчеданных месторождениях широко распространены богатые пиритом медно-цинковые руды, практически не содержащие свинца. Руды с преобладающим содержанием свинца встречаются реже. К основным компонентам на многих месторождениях свинца и цинка относится также сульфидная сера, служащая одним из важных источников получения серной кислоты (при этом используется и тепловая энергия, выделяемая при переработке концентратов), а на некоторых – и барит, используемый в основном в качестве утяжелителя буровых растворов.

По содержанию основных компонентов свинцово-цинковые руды подразделяются следующим образом: богатые с содержанием свинца выше 4 % или с суммарным содержанием свинца и цинка выше 7 %; среднего качества (рядовые), содержащие от 2 до 4 % свинца или суммарно свинца и цинка от 4 до 7 %; бедные с содержанием свинца 1,2–2 % или суммарно свинца и цинка 2–4 %. Промышленностью иногда используются руды и с более низким содержанием свинца и цинка, если целесообразность их переработки обоснована.

По степени окисления руды полиметаллических месторождений подразделяются на три типа: сульфидный, смешанный и окисленный. Критерием для отнесения руд к тому или иному типу служит содержание свинца и цинка в оксидной форме (табл. 2).

Таблица 2

Типы свинцово-цинковых руд

Тип руд	Содержание оксидов, %	
	свинца	цинка
Сульфидный	≤15	≤10
Смешанный	16–50	11–50
Окисленный	>50	>50

Все свинцово-цинковые руды являются комплексными и содержат значительное количество попутных компонентов, которые повышают ценность руд. Благородные металлы находятся в рудах в различной форме: золото в основном связано с халькопиритом и пиритом, но встречается и в свободном состоянии; серебро содержится в галените, а также присутствует в виде сульфосолей серебра и теллуридов; кадмий концентрируется преимущественно в сфалерите в виде тончайшей механической или изоморфной примеси; висмут самородный или в составе сульфосолей тесно ассоциирует с галенитом; сурьма связана с сульфосолями свинца; ртуть присутствует в виде киновари; индий, таллий и галлий содержатся в сфалерите, галените, халькопирите, пирите и других сульфидах; селен и теллур присутствуют в качестве примеси в сульфидных минералах, а теллур – иногда и в виде самостоятельных минералов; германий, как правило, рассеян в силикатах, но в ряде случаев связан со сфалеритом и сульфидами меди.

7. Месторождения свинца и цинка многочисленны и генетически разнообразны. В настоящее время все известные свинцово-цинковые месторождения относятся к пяти промышленным типам (табл. 3).

Таблица 3

Промышленные типы месторождений свинцово-цинковых руд

Промышленный тип месторождений	Структурно-морфологический тип рудных тел	Ведущие текстуры руд	Главные рудные минералы	Наиболее характерные попутные компоненты	Качество руд	Примеры месторождений
1	2	3	4	5	6	7
Докембрийские колчеданно-полиметаллические: в метаморфических комплексах в вулканогенно-терригенно-карбонатных толщах	Плитообразные и лентовидные залежи Пласто- и лентообразные залежи, часто изогнутые согласно с вмещающими пластами	Полосчатые и плейчатые, массивные То же	Сфалерит, галенит, пирит, пирротин Галенит, сфалерит, пирит, пирротин	Серебро, кадмий То же	Богатые, рядовые Богатые	Холоднинское (Россия), Сулливан (Канада), Мак-Артур-Ривер, Маунт-Айза, Брокен-Хилл (Австралия) Горевское (Россия), Балмат (США)
Фанерозойские колчеданно-полиметаллические в вулканогенно-осадочных толщах	Пластовые и линзообразные залежи, лентовидные и жилородные тела	Массивные, полосчатые, брекчивые и колломорфные	Галенит, сфалерит, пирит, халькопирит, барит	Золото, серебро, селен, теллур, кадмий	Богатые, рядовые, бедные	Рубцовское, Озерное (Россия), Зыряновское, Риддер-Сокольское, Тишинское, Белоусовское (Казахстан)

1	2	3	4	5	6	7
в терригенных толщах	Линзовидные, столбообразные и комбинированные залежи	Массивные, полосчатые, вкрапленные	Пирит, галенит, сфалерит, халькопирит	Серебро, селен, теллур, кадмий	То же	Филизчайское, Катехское, Кацдагское (Азербайджан)
Свинцово-цинковые, так называемые стратиформные	Согласные пластобразные залежи, секущие линзо- и жилообразные тела	Прожилково-вкрапленные, вкрапленные, реже массивные	Галенит, сфалерит, барит	Таллий, германий, кадмий, серебро	Рядовые	Миргалимсай, Ачисай, Шалкия (Казахстан), Миссисипи (США), Седмочисленцы (Болгария), Олькуш, Бытам (Польша)
Скарновые и метасоматические залежи в известняках	Трубо-, пластообразные и субпластовые залежи, трещинножилые тела, жилы и жилые зоны	Массивные пятнистые, полосчатые, вкрапленные	Галенит, сфалерит, халькопирит, пирротин, арсенипирит	Висмут, кадмий, серебро, золото	«	Тетюхинское рудное поле (Россия), Алтын-Топкан (Узбекистан), Чипровцы (Болгария), Руда-Баня (Венгрия)
Жильные	Жилы выполнения, жилые зоны	Массивные, пятнистые, брекчиевые, вкрапленные и прожилково-вкрапленные	Галенит, сфалерит, халькопирит, пирротин, арсенипирит, магнетит	Золото, серебро, медь, кадмий, теллур, селен, сурьма, молибден	Рядовые, бедные, богатые	Садонская группа, Ново-Широкинское (Россия), Говедарник, Маджарово (Болгария), Фрайберг (Германия), Керр-д'Ален (США)

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

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

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

На месторождения этого типа в настоящее время приходится около 35 % мировой добычи свинца и около 30 % – цинка.

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

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

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

10. Свинцово-цинковые, так называемые стратиформные месторождения тесно связаны с карбонатной формацией. Рудные тела представлены, с одной стороны, пластообразными залежами осадочного генезиса, а с другой – секущими линзо- и жиллообразными телами, сформировавшимися в дизъюнктивных нарушениях в процессе переработки гидротермальными растворами первично-осадочных руд. Как правило, те и другие рудные тела присутствуют на всех стратиформных месторождениях, но относительное количество их различно.

Для месторождений с пластообразными залежами характерны согласные пласты оруденелых доломитов и известковистых доломитов мощностью от первых десятков сантиметров до первых десятков метров; по простиранию рудные тела прослеживаются на многие километры; границы их, как правило, нечеткие и устанавливаются по данным опробования. Секущие линзо- и жиллообразные рудные тела имеют весьма прихотливую форму, но четкие границы; мощность их находится в пределах от нескольких сантиметров до первых десятков метров.

Околорудные изменения относительно слабые, выражены доломитизацией, баритизацией и окварцеванием.

11. Скарновые свинцово-цинковые месторождения локализованы преимущественно в карбонатных породах и приурочены к зонам глубинных разломов, обнаруживая пространственную и временную связь с малыми интрузиями основного и кислого ряда. Для морфологии рудных тел типичны значительное разнообразие и сложность: рудные тела трубообразной и иной сложной формы, приуроченные к участкам пересечения дизъюнктивных нарушений в карбонатных породах, имеют мощность от нескольких до первых десятков метров, протяженность – от десятков до нескольких сотен метров; пластообразные и субпластовые залежи – на контакте карбонатных пород с глинисто-кремнистыми или алюмосиликатными – имеют размеры до первых сотен метров по простиранию при мощности в несколько метров; трещинно-жильные тела обычны среди интрузивных и эффузивных пород. Часто встречаются рудные тела комбинированной формы, сочетающие в себе элементы всех морфологических типов.

Руды тесно ассоциируют с пироксеновыми и другими скарнами, участками их окварцевания и хлоритизации, иногда кварц-анкеритовыми метасоматитами. На многих месторождениях отмечается горизонтальная рудная зональность.

12. Жильные месторождения – широко распространенный в мире тип свинцово-цинковых месторождений, имеющих лишь средние и мелкие размеры. Эти месторождения локализуются, как правило, в неблагоприятных для метасоматоза породах (гранитоиды, песчаники, липариты). Рудные тела образованы кварцевыми, кварцево-карбонатными, кварцево-флюоритовыми и кварцево-баритовыми жилами и прожилками, обычно крутопадающими. На месторождениях нередко проявлена вертикальная минералогическая зональность, выражающаяся в повышенном содержании золота, барита и флюорита в верхних частях рудных тел, максимальном содержании свинца и цинка в их средних частях, а меди – на глубине.

13. Значительными запасами цинка обладают месторождения медно-цинкового колчеданного типа, которые рассмотрены в «Методических рекомендациях по применению Классификации запасов к месторождениям медных руд», утвержденными распоряжением МПР России № 37-р от 05.06.2007.

14. Интерес для освоения могут представлять техногенные месторождения, образовавшиеся в результате складирования забалансовых полиметаллических руд, свинец- и цинксодержащие отходы обогатительного (хвосты) и металлургического (шлаки, кеки) процессов. Состав и строение техногенных месторождений определяются промышленным типом исходного природного месторождения, способом добычи и технологической схемой переработки минерального сырья, а также условиями складирования и сроками хранения отходов. Указанные факторы требуют специфических подходов к изучению и оценке техногенных месторождений, особенности которых изложены в соответствующих нормативно-методических документах и в настоящих Методических рекомендациях не рассматриваются.

II. Группировка месторождений по сложности геологического строения для целей разведки

15. По размерам и форме рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и особенностям распределения свинца и цинка месторождения свинцовых и цинковых руд соответствуют 1-, 2- и 3-й группам «Классификации запасов месторождений и

прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

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

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

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

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

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

17. При отнесении месторождений к той или иной группе могут использоваться количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения (см. приложение).

III. Изучение геологического строения месторождений и вещественного состава руд

18. По разведанному месторождению необходимо иметь топографическую основу, масштаб которой соответствовал бы его размерам, особенностям геологического строения и рельефу местности. Топографические карты и планы на месторождениях свинцово-цинковых руд обычно составляются в масштабах 1:1000–1:10 000. Все разведочные и эксплуатационные выработки (канавы, шурфы, штольни, шахты, скважины), профили детальных геофизических наблюдений, а также естественные обнажения рудных тел и зон должны быть инструментально привязаны. Подземные горные выработки и скважины наносятся на планы по данным маркшейдерской съемки. Маркшейдерские планы горизонтов гор-

ных работ обычно составляются в масштабах 1:500–1:200; 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.

19. Геологическое строение месторождения должно быть детально изучено и отображено на геологической карте масштаба 1:1000–1:10 000 (в зависимости от размеров и сложности месторождения), геологических разрезах, планах, проекциях, а в необходимых случаях – на блок-диаграммах и моделях. Геологические и геофизические материалы по месторождению должны давать представление о размерах и форме рудных тел, условиях их залегания, внутреннем строении и сплошности, характере выклинивания рудных тел, особенностях изменения вмещающих пород и взаимоотношениях рудных тел с вмещающими породами, складчатыми структурами и тектоническими 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 оценены прогнозные ресурсы категории P_1^* .

20. Выходы на поверхность и приповерхностные части рудных тел или минерализованных зон должны быть изучены горными выработками и 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 окисленности руд, особенности изменения вещественного состава, технологических свойств и содержаний свинца, цинка и благородных металлов и провести подсчет запасов окисленных и смешанных руд отдельно по промышленным (технологическим) типам.

21. Разведка месторождений свинцово-цинковых руд на глубину проводится скважинами в сочетании с горными выработками с использованием геофизических методов исследований: наземных, в скважинах и горных выработках.

Методика разведки – виды и объемы геологических исследований, их назначение и соотношение с буровыми и горными работами, геометрия и плотность разведочной сети, методы и способы опробования – должна обеспечивать возможность подсчета запасов по категориям, соответствующим группе месторождения по сложности его геологического строения. Она определяется исходя из геологических особенностей рудных тел с учетом возможностей горных, буровых и геофизических средств разведки и опыта разведки и разработки месторождений аналогичного типа.

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

22. По скважинам колонкового бурения должен быть получен максимальный выход керна хорошей сохранности, обеспечивающий 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.

* По району месторождения и рудному полю представляются геологическая карта 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 свинца и цинка и рудопроявлений района, а также участков, на которых оценены прогнозные ресурсы свинцово-цинковых 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.

Практикой геологоразведочных работ установлено, что выход керна для этих целей должен быть не менее 70 % по каждому рейсу бурения.

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

Величина представительного выхода керна для определения содержаний свинца и цинка и мощностей рудных интервалов должна быть подтверждена исследованиями возможности его избирательного истирания. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования керна и шлама по интервалам с их различным выходом с данными опробования горных выработок, скважин ударного, пневмоударного и шарошечного бурения, а также колонковых скважин, пробуренных с применением съемных керноприемников.

При низком выходе керна или его избирательном истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки.

При разведке верхних частей рудных тел, сложенных рыхлыми разновидностями руд (зона окисления), следует применять специальную технологию бурения, способствующую повышению выхода керна (бурение без промывки, укороченными рейсами, применение специальных промывочных жидкостей и т. п.).

Для повышения достоверности и информативности бурения следует использовать методы геофизических исследований в скважинах, рациональный комплекс которых определяется исходя из поставленных задач, конкретных геолого-геофизических условий месторождения и современных возможностей геофизических методов. Комплекс каротажа, эффективный для выделения рудных интервалов и установления их параметров, должен выполняться во всех скважинах, пробуренных на месторождении.

В вертикальных скважинах глубиной более 100 м и во всех наклонных, включая подземные, не более чем через каждые 20 м должны быть определены и подтверждены контрольными замерами азимутальные и зенитные углы стволов скважин. Результаты этих измерений необходимо учитывать при построении геологических разрезов, погоризонтных планов и расчете мощностей рудных интервалов. При наличии подсечений стволов скважин горными выработками результаты замеров проверяются данными маркшейдерской привязки.

Для скважин необходимо обеспечить пересечения ими рудных тел под углом не менее 30°.

Для пересечения крутопадающих рудных тел под большими углами целесообразно применять искусственное искривление скважин. С целью повышения эффективности разведки следует осуществлять бурение многозабойных скважин, а при наличии горизонтов горных работ – вееров подземных скважин. Бурение по руде целесообразно проводить одним диаметром.

23. Горные выработки являются основным средством детального изучения условий залегания, морфологии и внутреннего строения рудных тел, их сплошности, вещественного состава руд на месторождениях 2-й и 3-й групп, а также служат для контроля данных бурения, геофизических исследований и отбора технологических проб.

На месторождениях, разведка которых осуществляется горными выработками, должны быть изучены в достаточном объеме на представительных участках сплошность и изменчивость оруденения по простиранию и падению: по маломощным рудным телам – непрерывным прослеживанием штреками и восстающими, а по мощным рудным телам – пересечением квершлагами, ортами, подземными горизонтальными скважинами.

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

24. Расположение разведочных выработок и расстояния между ними должны быть определены для каждого структурно-морфологического типа рудных тел с учетом их размеров, особенностей геологического строения и возможности использования геофизических методов (наземных, скважинных, шахтно-рудничных) для оконтуривания рудных тел и изучения их сплошности.

Приведенные в табл. 4 обобщенные сведения о плотности сетей, применявшихся при разведке месторождений свинцово-цинковых руд в странах СНГ, могут учитываться при проектировании геологоразведочных работ, но их нельзя рассматривать как обязательные. Для каждого месторождения на основании изучения участков детализации и тщательного анализа всех имеющихся геологических, геофизических и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям обосновываются наиболее рациональные геометрия и плотность сети разведочных выработок.

25. Для подтверждения достоверности запасов отдельные участки месторождений 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 месторождениях 1-й группы запасы на таких участках или горизонтах должны быть разведаны по категориям А+В, 2-й группы – по категории В, 3-й группы – категории С₁. На 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.

Таблица 4

**Сведения о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся при разведке
свинцово-цинковых месторождений в странах СНГ**

Группа месторождений	Характеристика рудных тел	Виды выработок	Расстояние между пересечениями рудных тел выработками (в м) для категорий запасов						
			А		В		С ₁		
			по простиранию	по падению	по простиранию	по падению	по простиранию	по падению	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1-я	Крупные пластообразные залежи простой формы с выдержанной мощностью и относительно равномерным распределением свинца и цинка	Скважины, горные выработки	40–50	40–50	–	–	–	–	
		Скважины	–	–	80–100	80–100	160–200	160–200	
2-я	Крупные и средние линзообразные, протяженные пластообразные залежи неоднородного строения, нередко имеющие большую, но невыдержанную мощность или неравномерное распределение свинца и цинка	Горные выработки, скважины	–	–	50–75	50–75	100–150	100–150	
		Лентовидные залежи и жилообразные тела относительно небольшой невыдержанной мощности с неравномерным распределением свинца и цинка	Штреки, штольни	–	–	Непрерывно	50–60	–	–
		Орты, рассечки	–	–	20–30	–	–	–	
		Восстающие	–	–	80–120	–	–	–	
		Скважины	–	–	40–50*	30–40*	75–100 (до 200 м для лентовидных залежей)	50–75	
3-я	Средние и небольшие по размерам линзообразные и пластообразные залежи, протяженные жильные зоны и жилы с	Штреки, штольни	–	–	–	–	Непрерывно	40–60	
		Орты, рассечки	–	–	–	–	20–30	–	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	изменчивой мощностью и невыдержанным содержанием свинца и цинка. Небольшие очень сложного строения трубообразные, столбообразные, линзовидные тела, метасоматические залежи с резко изменчивой мощностью и исключительно неравномерным распределением свинца и цинка.	Восстающие	–	–	–	–	80–120	–
		Скважины	–	–	–	–	50–60	30–40

* Для отдельных выдержанных рудных тел оценка запасов по категории В возможна по скважинам при условии доказанной достоверности буровой разведки.

П р и м е ч а н и е. 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.

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.

Полученная на участках детализации информация используется для обоснования группы сложности месторождения, подтверждения соответствия принятой методики, геометрии и плотности разведочной сети, а также 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.

26. 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 в установленном порядке комиссиями. При проверке 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 минералогических и инженерно-гидрогеологических исследований, качество определений объемной массы, обработки проб и аналитических работ.

27. 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.

28. 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.

Принятые метод и способ опробования должны обеспечивать наибольшую достоверность результатов при достаточной производительности и экономичности. В случае применения нескольких методов и способов опробования их необходимо сопоставить по точности результатов и достоверности.

При выборе методов (геологических, геофизических^{*}) и способов (керновый, бороздовый, задиrkовый и др.) опробования, определении качества отбора и обработки проб,

* 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.

оценке достоверности результатов опробования следует руководствоваться соответствующими нормативно-методическими документами.

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

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

опробование следует проводить непрерывно, на полную мощность рудного тела с выходом во вмещающие породы на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с 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 быть опробованы 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, при этом интервалы с разным выходом керна опробуются отдельно; при наличии избирательного истирания керна опробованию подвергается как керна, так и измельченные продукты бурения (шлам, пыль и др.); мелкие продукты отбираются в самостоятельную пробу с того же интервала, что и кернавая проба, обрабатываются и анализируются отдельно

В горных выработках, пересекающих рудное тело на всю мощность, и в восстающих опробование должно проводиться по двум стенкам выработки, в выработках, пройденных по простиранию рудного тела – в забоях. Расстояния между пробами в прослеживающих выработках обычно не превышают 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. Принятые параметры проб должны быть обоснованы экспериментальными работами.

Для изучения неравномерности оруденения (порционной контрастности руд) длина интервалов интерпретации каротажа не должна превышать 1 м, а в случае больших мощностей и равномерного оруденения – 2 м. Для изучения контрастности руд на уровне штуфа результаты ядерно-геофизического опробования должны интерпретироваться дифференциально по интервалам 5–10 см, эквивалентным размеру куска, руководствуясь соответствующими нормативно-методическими документами.

30. 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, надежность оконтуривания рудных тел по мощности, выдержанность принятых параметров проб и соответствие фактической массы пробы расчетной, исходя из

принятого сечения борозды или фактического диаметра и выхода керна (отклонения не должны превышать $\pm 10-20\%$ с учетом изменчивости плотности руды).

Точность kernового опробования следует контролировать отбором проб из вторых половинок керна, а бороздового – сопряженными бороздами того же сечения.

При геофизическом опробовании в естественном залегании контролируются стабильность работы аппаратуры и воспроизводимость метода при одинаковых условиях рядовых и контрольных измерений. Данные по каротажу должны быть подтверждены результатами опробования керна по опорным скважинам с высоким его выходом (более 90 %).

В случае выявления недостатков, влияющих на точность опробования, следует производить переопробование (или повторный каротаж) рудного интервала.

При наличии избирательного истирания керна, существенно искажающего результаты опробования, его достоверность по скважинам заверяется опробованием сопряженных горных выработок.

Достоверность принятого метода и способа опробования контролируется более представительным способом, как правило, валовым, руководствуясь соответствующими нормативно-методическими документами. Для этой цели необходимо также использовать данные технологических проб, валовых проб, отобранных для определения объемной массы в целиках, и результаты отработки.

Для действующих предприятий достоверность принятых способов опробования заверяется сопоставлением в пределах одних и тех же горизонтов, блоков или участков месторождения данных, полученных отдельно по горным выработкам и буровым скважинам.

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.

31. Обработка проб производится по схемам, разработанным для каждого месторождения или принятым по аналогии с однотипными месторождениями. Основные и контрольные пробы обрабатываются по одной схеме.

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

Обработка контрольных крупнообъемных проб производится по специально составленным программам.

32. Химический состав руд должен изучаться с полнотой, обеспечивающей выявление всех основных, попутных полезных, шлакообразующих компонентов и вредных примесей. Содержания их в руде определяются анализами проб химическими, спектральными, физическими, геофизическими или другими методами, установленными государственными стандартами или утвержденными Научным советом по аналитическим методам (НСАМ) и Научным советом по методам минералогических исследований (НСОММИ) Министерства природных ресурсов Российской Федерации.

Изучение в 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, как правило, анализируются на свинец, цинк и медь, а также на компоненты, содержание которых учитывается при оконтуривании рудных тел по мощности (сера, серебро, барит и др.). Другие полезные компоненты (золото, кадмий, висмут, селен, теллур, индий и др.) и вредные примеси (сурьма, мышьяк 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 попут-

ные компоненты, вредные примеси и выяснение закономерностей изменения их содержания по простиранию и падению рудных тел.

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

33. 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, попутные компоненты и вредные примеси.

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

Для выявления и оценки возможных систематических погрешностей должен осуществляться внешний контроль в лаборатории, имеющей статус контрольной. На внешний контроль направляются дубликаты аналитических проб, 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.

35. Объем внутреннего и внешнего контроля должен обеспечить представительность выборки по каждому классу содержаний и периоду разведки (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 % от их общего количества; при меньшем числе проб по каждому выделенному классу содержаний должно быть выполнено не менее 30 контрольных анализов за контролируемый период.

36. Обработка данных внутреннего и внешнего 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. 5. 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.

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

При подтверждении арбитражным анализом систематических расхождений следует выяснить их причины и 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.

38. По результатам выполненного контроля опробования – отбора, обработки проб и анализов – должна быть оценена 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 анализов 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 уделяется минералам основных компонентов: 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.

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

40. Определение объемной массы и влажности необходимо производить для каждой выделенной природной разновидности руд, внутрирудных некондиционных прослоев и вмещающих пород, руководствуясь соответствующими нормативно-методическими документами.

Таблица 5

Предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности анализов по классам содержаний

Компонент	Класс содержаний компонентов в руде, % (Au, Ag, Te, Ge, In, Tl, Ga, Se, г/т)*	Предельно допустимая относительная среднеквадратическая погрешность	Компонент	Класс содержаний компонентов в руде, % (Au, Ag, Te, Ge, In, Tl, Ga, Se, г/т)*	Предельно допустимая относительная среднеквадратическая погрешность
1	2	3	4	5	6
Pb	>10	2,5	In	>500	13
	5–10	3,5		100–500	20
	2–5	6,0		50–100	25
	1–2	8,5		20–50	28
	0,5–1	11		5–20	30
	0,2–0,5	13		1–5	30

1	2	3	4	5	6
Zn	>10	2,5	As	>2	3
	5–10	3,5		0,5–2	6
	2–5	6		0,05–0,5	16
	0,5–2	11		0,01–0,05	25
	0,2–0,5	13		<0,01	30
Cu	>5	2,5	BaSO ₄	>60	4
	3–5	4,5		40–60	5,5
	1–3	5,5		20–40	9
	0,5–1,0	8,5		10–20	12
	0,2–0,5	13		5–10	15
	0,1–0,2	17		1–5	17
S	20–30	1,5	Sb	2–5	4,5
	10–20	2		0,5–2,0	10
	2–10	6		0,1–0,5	17
	1–2	9		<0,1	25
Au	64–128	4,5	Cd	>0,1	11
	16–64	10		0,02–0,1	18
	4–16	18		<0,02	25
	1–4	25	Tl, Ga	>50	18
	0,5–1,0	30		10–50	24
	<0,5	30		<10	30
Ag	100–300	7	Se	50–100	20
	30–100	12		20–50	25
	10–30	15		5–20	28
	1–10	22		1–5	30
Te	50–100	22	Hg	0,2–1,0	8,5
	20–50	25		0,04–0,2	17
	5–20	30		0,01–0,04	20
	1–5	30		0,005–0,01	25
Ge	>50	18	Bi	0,05–0,2	15
	10–50	26		0,02–0,05	20
	<10	30		0,005–0,02	30

*Если выделенные на месторождении классы содержаний отличаются от указанных, то предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности определяются интерполяцией.

Объемная масса плотных руд определяется главным образом по представительным парафинированным образцам и контролируется результатами ее определения в целиках. Объемная масса рыхлых, сильно трещиноватых и кавернозных 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.

41. В результате изучения химического и минерального состава, текстурно-структурных особенностей и физических свойств руд устанавливаются их природные раз-

новидности и предварительно намечаются промышленные (технологические) типы, требующие селективной добычи и отдельной 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. При имеющемся опыте промышленной переработки для легкообогатимых руд допускается использование аналогии, подтвержденной результатами лабораторных исследований. Для труднообогатимых или новых типов руд, опыт переработки которых отсутствует, технологические исследования руд и, в случае необходимости, продуктов их обогащения должны проводиться 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. В процессе технологических исследований целесообразно изучить возможность предобогащения и (или) разделения на сорта добытой руды в тяжелых суспензиях, с использованием крупнопорционной сортировки горнорудной массы в транспортных емкостях, а для руд с высоким выходом кусковой фракции (-200 +20 мм) – возможность их радиометрической сепарации.

При положительных результатах исследований по предобогащению следует уточнить промышленные (технологические) типы руд, требующие селективной добычи, или подтвердить возможность валовой выемки рудной массы. Дальнейшие исследования способов глубокого обогащения руд проводятся с учетом возможностей и экономической эффективности включения в общую технологическую схему обогащения руд стадии предобогащения.

При изучении возможности радиометрической сортировки и сепарации руд следует руководствоваться соответствующими методическими документами.

44. 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 проведении геолого-технологического картирования следует 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 (технологи-

ческих) 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 степень измельчаемости 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 недروпользователем и согласованной с проектной организацией. Отбор проб производится по специальному проекту.

Укрупненно-лабораторные и полупромышленные технологические пробы должны быть представительными, т. е. отвечать по химическому и минеральному составу, структурно-текстурным особенностям, физическим и другим свойствам среднему составу руд данного промышленного (технологического) типа с учетом возможного разубоживания.

45. При исследовании обогатимости руд изучают степень их окисления, минеральный состав, структурные и текстурные особенности, наличие попутных компонентов и вредных примесей с использованием приемов и методов технологической минералогии. Оценивают дробимость и измельчаемость, проводят ситовый, дисперсионный и гравитационный анализы. Выбирают технологическую схему обогащения, устанавливают число стадий и стадийную крупность измельчения. Определяют способы обогащения и доводки концентратов и промпродуктов, содержащих попутные компоненты.

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

Промышленные (технологические) типы и сорта руд должны быть охарактеризованы по соответствующим предусмотренным кондициям показателям, определены основные технологические параметры обогащения (выход концентратов и их характеристики, извлечение ценных компонентов в отдельных операциях и 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 и металлургических заводах по переработке свинцовых и цинковых руд.

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.

47. Технология переработки руд свинцово-цинковых месторождений зависит от их минерального состава, степени окисления, комплексности, текстуры и структуры, крупности зерен, степени взаимного прорастания одних минералов другими, сопротивляемости руд дроблению и степени шламообразования при их дроблении и измельчении.

48. Вследствие комплексного состава и относительно невысоких содержаний ценных компонентов руды полиметаллических месторождений подвергаются обогащению, преимущественно флотации. Реагентный режим флотации предусматривает использование в качестве собирателей различных ксантогенатов, дитиофосфатов и их сочетаний. Из вспенивателей применяют Т-80, МИБК, сосновое масло. Реагенты регуляторы: известь, медный купорос, сернистый натрий.

В целях повышения содержаний свинца и цинка в рудах, направляемых на флотацию, нередко применяется предварительное гравитационное обогащение в тяжелых суспензиях, в результате чего отделяется 30–40 % пустой породы с небольшими потерями свинца, цинка и меди в легкой фракции. Применение гравитации позволяет вовлекать в промышленное освоение руды с относительно низкими содержаниями металлов. Кроме того, для предобогащения руд возможно применение радиометрической сортировки и радиометрической сепарации. Для флотации свинцово-цинковых руд применяются следующие схемы: коллективная флотация с последующей селекцией коллективного концентрата, коллективно-селективная схема и последовательная селективная флотация.

Коллективная флотация особенно эффективна для обогащения бедных вкрапленных полиметаллических руд. Она позволяет отделить в голове процесса основную массу пустой породы и получить отвальные хвосты с минимальным содержанием металлов.

Коллективно-селективная схема обогащения применяется, когда в руде кроме свинца и цинка в заметных количествах присутствует медь. В этом случае сначала получают свинцово-медный концентрат, который затем разделяется на свинцовый и медный. Материал, оставшийся от свинцово-медной флотации, содержит в себе сфалерит и пирит, последовательно извлекаемые в отдельные концентраты.

По схеме последовательной селективной флотации обогащается большинство свинцово-цинковых руд, характеризующихся относительно равномерной вкрапленностью полезных минералов. Как правило, вначале получают свинцовый концентрат, а затем — цинковый.

Технология обогащения окисленных и смешанных свинцовых руд зависит не только от состава окисленных минералов и их флотиремости в ряду: церуссит > англезит > вульфенит > > плюмбозит, но и от состава вмещающих пород. Легче всего обогащаются руды с силикатной породой, хуже – с карбонатной. Наиболее трудно обогатимы руды, содержащие значительное количество железа. Поэтому применяется предварительное гравитационное обогащение в тяжелых суспензиях с отсадкой на винтовых сепараторах, позволяющее выделить часть породы в отвальные хвосты перед флотацией. Флотацию проводят после предварительной сульфидизации.

Окисленные цинковые минералы флотируют после извлечения сульфидных и окисленных свинцовых минералов.

В целом при обогащении обычно получают свинцовый, цинковый, пиритный, баритовый, а иногда медный, флюоритовый, реже оловянный и другие концентраты.

Качество свинцовых, цинковых и серноколчеданных концентратов в каждом конкретном случае регламентируется договором между поставщиком и перерабатывающими

металлургическими и химическими заводами или существующими ГОСТами и техническим условиями. Ранее в практике стран СНГ качество концентратов устанавливалось требованиями ГОСТов и ОСТов, которые приводятся ниже в качестве справочного материала (табл. 6–9).

Свинцовый концентрат выпускался восьми марок КС и пяти марок КС-А, а также в виде свинцового промпродукта (ППС) и свинцово-медного продукта (ПСМ), химический состав которых в пересчете на сухую массу должен был удовлетворять требованиям, указанным в табл. 6.

Таблица 6

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

Марка концентрата	Содержание, %			Марка концентрата	Содержание, %		
	свинца, не менее	примесей, не более			свинца, не менее	примесей, не более	
		цинка	меди			цинка	меди
КСО-А	74	2,5	1,5	КС4-А	56	7,0	3,3
КСО	73	2,5	1,5	КС4	55	8,0	3,5
КС1-А	71	3,0	1,7	КС5	50	10	4,0
КС1	70	3,0	1,7	КС6	45	11	5,0
КС2-А	66	4,0	2,0	КС7	40	13	6,0
КС2	65	4,0	2,0	ППС	30	Не нормируется	Не нормируется
КС3-А	61	5,5	2,5	ПСМ	20	Не нормируется	20,0
КС3	60	6,0	2,3				

Цинковый концентрат выпускался семи марок КЦ, а также в виде цинково-индиевого концентрата – КЦИ, химический состав которых в пересчете на сухую массу должен удовлетворять требованиям, указанным в табл. 7.

Таблица 7

Требования к качеству цинковых концентратов (ОСТ 48-31–81)

Марка концентрата	Массовая доля, %					
	цинка, не менее	индия, не менее	примесей, не более			
			железа	кремнезема	меди	мышьяка
1	2	3	4	5	6	7
КЦ-0	59	Не нормируется	4,0	2,0	0,9	0,05
КЦ-1	56	То же	5,0	2	1,0	0,05
КЦ-2	53	«	7	3	1,5	0,1
КЦ-3	50	«	9	4	2,0	0,3
КЦ-4	45	«	12	5	3,0	0,5
1	2	3	4	5	6	7
КЦ-5	40	«	13	6	3,0	0,5
КЦ-6	40	«	16	10	4,0	0,6

1	2	3	4	5	6	7
КЦИ	40	0,04	18	6	3,5	0,5
<p>Примечание. Во всех марках цинкового концентрата по требованию потребителя определяется массовая доля фтора. Концентраты с массовой долей фтора более 0,02 % поставляются по соглашению сторон.</p>						

Требования к качеству серного колчедана и баритового концентрата приведены в табл. 8 и 9.

Таблица 8

Требования к качеству колчедана серного флотационного (ГОСТ 444–75)

Показатель	Нормы для марок				
	КСФ-0	КСФ-1	КСФ-2	КСФ-3	КСФ-4
Внешний вид	Сыпучий порошок (не допускаются инородные включения: куски породы, дерева, бетона, металла и др.)				
Содержание сульфидной серы, %, не менее	50	48	45	42	38
Суммарное содержание свинца и цинка, %, не более	Не нормируется	1	1	1	1
Содержание мышьяка, %, не более	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Содержание фтора, %, не более	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Содержание влаги, %, не более	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
<p>Примечание. По согласованию с потребителем допускается поставка флотационного серного колчедана с суммарным содержанием свинца и цинка более 1 %; в колчедане марки КСФ-0 суммарное содержание свинца и цинка устанавливается по согласованию с потребителем.</p>					

Таблица 9

Требования к качеству концентрата баритового (ГОСТ 4682–74)

Показатель	Нормы для марок					
	КБ-1	КБ-2	КБ-3	КБ-4	КБ-5	КБ-6
Содержание сернокислого бария, %, не менее	95	92	90	87	85	80
1	2	3	4	5	6	7
Содержание сернокислого бария, %, не менее	95	92	90	87	85	80
Содержание SiO ₂ , %, не более:						
для класса А	1,5	1,5	2,5	3,5	4,5	4,5
для класса Б	Не нормируется					
Содержание железа в пересчете на Fe ₂ O ₃ , %, не более:						
для класса А	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	2,5
для класса Б	Не нормируется					
Содержание суммы кальция и магния в пересчете на CaO, %, не более:						
для класса А	0,5	1,0	1,5	6,0	7,0	7,0
для класса Б	Не нормируется					

1	2	3	4	5	6	7
Содержание водорастворимых солей, %, не более в том числе кальция: для класса А для класса Б	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,45
	Не нормируется					
	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Содержание влаги, %, не более	2	2	2	2	2	2
Содержание остатка после просева на сите с сеткой № 009К по ГОСТ 3584–73, %, не более: для класса А для класса Б	Не нормируется					
	4	4	4	4	4	4
Содержание фракции 5 мкм, %, не более: для класса А для класса Б	Не нормируется					
	5	5	10	15	20	20
Реакция водной вытяжки: для класса А для класса Б	6–8	6–8	6–8	6–8	6–8	6–8
	Не нормируется					

Продолжение табл. 9

Примечание. Гранулометрический состав баритового концентрата определяется по требованию потребителей.

49. Основным способом получения свинца является восстановительная плавка агломерированных концентратов в шахтных печах. Выплавляемый черновой свинец, содержащий также благородные металлы и другие примеси, подвергается рафинированию, которое проводится пирометаллургическим или электролитическим способом. При рафинировании извлекаются все ценные компоненты и происходит очистка свинца от вредных примесей. Выплавка свинца из особо богатых и чистых концентратов (с содержанием металла не менее 75 %) может производиться методом реакционной плавки.

Переработка цинковых концентратов производится двумя способами – пирометаллургическим (дистилляционным) и гидрометаллургическим (электролитным).

Переработка коллективных полиметаллических концентратов в последние десятилетия успешно осуществляется в электропечах. Накопленный опыт в этой области привел к созданию и освоению в России нового комбинированного способа переработки медно-цинковых и свинцово-цинковых концентратов – кивцэтного, в котором сочетаются различные формы автогенной плавки с электротермической доработкой шлаковых расплавов.

50. Многие ценные попутные компоненты при обогащении извлекаются в свинцовый, цинковый и пиритный концентраты, из которых они могут быть получены в процессе последующей металлургической переработки.

До 50 % золота, находящегося в рудах в самородном виде, выделяется в голове процесса гравитацией; остальное его количество накапливается в свинцовом, цинковом, медном и пиритном концентратах. Суммарное извлечение золота колеблется в широких пределах, достигая 70–80 %. Серебро сосредоточивается преимущественно в свинцовом и цинковом концентратах.

Кадмий на 80–85 % извлекается в основном в цинковый и частично в свинцовый концентраты, а при металлургическом переделе улавливается в пыли заводов.

Таллий в основном сосредоточивается в цинковых концентратах; извлекается из пыли сернокислотных заводов и цехов, а также из медно-кадмиевых осадков, получаемых при очистке цинкового электролита.

Индий, связанный главным образом со сфалеритом, извлекается в цинковый концентрат (извлечение индия находится на уровне 50–60 %). При пирометаллургической переработке концентратов индий накапливается в пыли и отходах, а при гидрометаллургическом производстве цинка – в кеках от выщелачивания огарка и в медно-кадмиевом кеке.

Селен и теллур, рассеянные обычно по всем сульфидам, извлекаются (20–40 %), как правило, в свинцовый и цинковый, а также в пиритный концентраты; в свинцовом и цинковом производстве селен и теллур получают из пыли обжиговых печей.

Основная масса галлия сосредоточивается в цинковом концентрате (извлечение в концентрат составляет 6–20 %), при пирометаллургической переработке галлий в основном переходит в ретортные остатки (раймовки); при гидрометаллургическом процессе галлий остается в кеках после выщелачивания огарков.

Германий, присутствующий в качестве примеси в силикатах, теряется с хвостами флотации, а связанный с рудными минералами может извлекаться в цинковом производстве из кадмиевой пыли, ретортных остатков и кеков после выщелачивания огарков.

Висмут извлекается при рафинировании свинца.

Ртуть накапливается в свинцовом (до 87–98 %) и цинковом (до 76–83 %) концентратах и может быть получена в свинцовом и цинковом производстве.

Сурьма – вредная примесь, но может быть полностью извлечена даже при содержаниях в рудах 0,001 % при рафинировании свинца по щелочному способу.

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

51. 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 защите их от подземных вод.

Необходимо также:

изучить химический состав и бактериологическое состояние вод, участвующих в обводнении месторождения, их агрессивность по отношению к бетону, металлам, полимерам, содержание в них полезных и вредных примесей (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 их эксплуатационных запасов, который 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.

52. Проведение инженерно-геологических исследований на месторождениях при разведке необходимо для информационного обеспечения проекта разработки (расчета основных параметров карьера, подземных горных 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 должны быть изучены: физико-механические свойства руд, рудовмещающих пород и перекрывающих отложений, определяющие характеристику их прочности в естественном и водонасыщенном состояниях; инженерно-геологические особенности массивов пород месторождения 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 их температурный режим, положение верхней и 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.

53. Разработка месторождений свинцово-цинковых руд производится открытым, подземным и комбинированным способами. При комбинированном способе границу отработки открытым способом устанавливают при помощи предельного коэффициента вскрыши, исходя из равенства себестоимости добычи полезного ископаемого тем и другим способом. Выбор способа зависит от горно-геологических условий залегания рудных тел, принятых горнотехнических показателей, схем добычи руды и обосновывается в ТЭО кондиций

54. 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.

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

56. По районам новых месторождений необходимо иметь данные о наличии местных строительных материалов, указать местоположение площадей с отсутствием залежей полезных ископаемых, где могут быть размещены объекты производственного и жилищно-гражданского назначения, отвалы пустых пород.

57. 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 на окружающую среду на месторождениях свинцовых и цинковых руд определяется способом разработки (подземным и открытым), применением флотации в качестве ведущего метода обогащения и невозможностью полного улавливания при металлургии отдельных элементов, загрязняющих атмосферу (особенно сернистыми газами) и воды.

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.

58. 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.

59. 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

60. Подсчет и квалификация по степени разведанности запасов месторождений свинцово-цинковых руд производится в соответствии с требованиями «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

61. Запасы подсчитываются по подсчетным блокам, количество руды в которых не должно 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 и качество руд;

однородностью геологического строения, примерно одинаковой или близкой степенью изменчивости мощности, внутреннего строения рудных тел, вещественного состава, основных показателей качества и технологических свойств руды;

выдержанностью условий залегания рудных тел, определенной приуроченностью блока к единому структурному элементу (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 промышленных (технологических) типов и сортов руд количество и качество их в подсчетном блоке определяются статистически.

62. При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику месторождений свинцово-цинковых руд.

Запасы категории А при разведке подсчитываются только на месторождениях 1-й группы на участках детализации в блоках, оконтуренных скважинами и горными выработками, без экстраполяции.

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

Запасы категории В при разведке подсчитываются только на месторождениях 1-й и 2-й групп. К ним относятся запасы, выделенные на участках детализации или в пределах других частей рудных тел, степень разведанности которых 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 разрабатываемых месторождениях запасы категории В подсчитываются по данным эксплуатационной разведки и горно-подготовительных выработок. К ним относятся запасы, отвечающие по степени изученности требованиям Классификации к этой категории.

К категории С₁ относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть скважин и горных выработок, а достоверность полученной при этом информации подтверждена на новых месторождениях – результатами, полученными на участках детализации, а на разрабатываемых месторождениях – данными эксплуатации.

Контур запаса категории С₁ определяется, 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 качества руд.

Запасы категории C_2 подсчитываются путем экстраполяции по простиранию и падению от контура разведанных запасов более высоких категорий на основе геофизических работ, геолого-структурных построений и единичных рудных пересечений, подтверждающих эту экстраполяцию; по самостоятельным рудным телам – исходя из совокупности рудных пересечений, установленных в обнажениях, горных выработках и скважинах, с учетом данных геофизических, геохимических исследований и геологических построений.

При определении контуров подсчета запасов категории C_2 следует учитывать условия залегания рудных тел и установленные на месторождении закономерности изменения их размеров, формы и мощности, состава руд и содержаний свинца и цинка.

63. Запасы подсчитываются отдельно по категориям, способам отработки (карьерами, штольневые горизонты, шахты), промышленным (технологическим) типам и сортам руд и их экономическому значению (балансовые, забалансовые).

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

Соотношение различных промышленных типов и сортов руд, при невозможности их оконтуривания, определяется статистически.

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, горнотехнических, экологических и др.).

Запасы руды подсчитываются без учета влажности (сухая руда) с указанием влажности сырой руды. Для влагоемких, пористых руд производится также подсчет запасов сырой руды.

64. При подсчете запасов традиционными методами (геологических блоков, разрезов и др.) должны быть выявлены пробы с аномально высоким содержанием промышленных компонентов («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 следует выделять в самостоятельные подсчетные блоки и более детально разведывать.

На разрабатываемых месторождениях для определения уровня «ураганских» значений и методики их замены следует использовать результаты сопоставления данных разведки и эксплуатации (в том числе особенности изменения распределения проб по классам содержаний промышленных компонентов по данным сгущения разведочной сети).

65. 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.

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

67. 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, 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 органами госэкспертизы 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 запасов, ранее утвержденных уполномоченным экспертным органом; представлены таблицы движения запасов (по категориям, рудным телам и месторождению в целом) и баланс руды с характеристикой ее качества в контуре погашенных запасов, отражающий изменение утвержденных уполномоченным экспертным органом запасов при доразведке, потери при добыче и транспортировке, выход товарной продукции и потери при переработке руд. Результаты сопоставления сопровождаются графикой, иллюстрирующей изменение представлений о горно-геологических условиях месторождения.

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 мнению недропользователя утвержденные уполномоченным экспертным органом 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 эксплуатационной разведки и оценка достоверности результатов, полученных при проведении этих работ.

При анализе результатов сопоставления необходимо установить величины изменений при эксплуатационной разведке или разработке утвержденных уполномоченным экспертным органом подсчетных параметров (площадей подсчета, мощностей рудных тел, содержания полезных компонентов, объемных масс и т. д.), запасов и качества руд, а также выяснить причины этих изменений.

68. 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, содержаний, 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, составным пробам, длина которых согласуется с уступом карьера, 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 возможность установления наилучших 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.

69. При компьютерном подсчете запасов должна быть обеспечена возможность просмотра, проверки и корректировки исходных данных (координаты разведочных выработок, данные инклинометрии, отметки контактов, результаты опробования 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.

70. Подсчет запасов попутных полезных ископаемых и компонентов производится в каждом подсчетном блоке в соответствии с «Рекомендации по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

71. 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.

VII. Степень изученности месторождений (участков месторождений)

По степени изученности месторождения (и их участки) могут быть отнесены к группе оцененных или разведанных в соответствии с требованиями раздела 3 «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

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

72. На оцененных месторождениях свинцовых и цинковых 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 новых открытых месторождений, как в целом, так и по отдельным их частям, в объеме, достаточном 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, возможный выход и качество товарной продукции устанавливаются на основе исследований лабораторных проб; капитальные затраты на строительство рудника, себестоимость товарной продукции и другие экономические показатели определяются по укрупненным расчетам на базе проектов-аналогов.

Вопросы хозяйственно-питьевого водоснабжения горнодобывающих предприятий при оценке промышленной значимости месторождений твердых полезных ископаемых предварительно характеризуются, основываясь на существующих, разведываемых и вероятных источниках водоснабжения.

Рассматривается и оценивается возможное влияние отработки месторождений на окружающую среду.

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 ОПР диктуется обычно необходимостью выявления особенностей геологического строения рудных тел (изменчивость морфологии и внутреннего строения), горно-геологических и горнотехнических условий отработки, технологии добычи руд и их обогащения (природные разновидности и технологические типы руд и их взаимоотноше-

ния, особенности обогащения, полупромышленные испытания и т. д.); решение этих вопросов возможно только при вскрытии рудных тел на существенную глубину и протяженность.

К ОПР необходимо также прибегать при внедрении новых методов добычи полезных ископаемых, как, например, скважинная гидродобыча разрыхленных руд с больших и малых глубин, а также при отработке новых нетрадиционных типов руд. Кроме того, ОПР целесообразна при освоении крупных и гигантских месторождений, на которых, прежде чем приступить к строительству крупных фабрик, разработанная технологическая схема испытывается и совершенствуется на небольших обогатительных фабриках.

73. 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:

обеспечена 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;

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 определения их количества и возможных направлений использования;

гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, экологические, горно-геологические 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 количестве запасов подтверждена на представительных для всего месторождения участках детализации, размер и положение которых определяются недропользователем в каждом конкретном случае в зависимости от их геологических особенностей;

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 в каждом конкретном случае определяется государственной геологической экспертизой и оформляется в виде рекомендации. 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 после 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 %) и 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.

Экономические проблемы предприятия, вызванные временными причинами (геологические, технологические, гидрогеологические и горнотехнические осложнения, временное падение мировых цен продукции), решаются с помощью механизма эксплуатационных кондиций и не требуют пересчета и переутверждения запасов.

Приложение (справочное)

**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 (l_p) к общей длине пересечений в пределах продуктивной зоны (в границах промышленного оруденения – l_o):

$$K_p = \frac{l_p}{l_o} \cdot \quad (1.1)$$

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-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

1	2	3	4	5
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 высшую изменчивость формы или содержания.

