

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

Оловянные 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. Оловянные 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 оловянных руд (далее – Методические рекомендации) разработаны в соответствии с Положением о Министерстве природных ресурсов Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 22 июля 2004 г. № 370 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 31, ст.3260; 2004, № 32, ст. 3347, 2005, № 52 (Зч.), ст. 5759; 2006, № 52 (Зч.), ст. 5597), Положением о Федеральном агентстве по недропользованию, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 293 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, N 26, ст. 2669; 2006, №25, ст.2723), Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278, и содержат рекомендации по применению Классификации запасов месторождений к месторождениям оловянных 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. О л о в о – мягкий ковкий металл серебристо-белого цвета, кристаллической структуры, имеющий плотность $7,3 \text{ г/см}^3$, температуру плавления $231,8 \text{ }^\circ\text{C}$ и кипения $243 \text{ }^\circ\text{C}$. При нормальной температуре олово может быть прокатано в листы толщиной $0,005 \text{ мм}$ (оловянная фольга). С повышением температуры его ковкость резко возрастает и достигает максимума при $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Специфические свойства олова (антикоррозийность, легкоплавкость, способность давать антифрикционные сплавы с рядом цветных металлов, безвредность солей олова для здоровья человека и др.) обусловили широкое его использование во многих отраслях промышленности: пищевой, автомобильной, тракторной, авиационной, химической, стекольной, электротехнической и др. Основное применение олово находит в сплавах (припоях, баббитах, бронзах, типографском и др.), а также при изготовлении белой жести и фольги. Соли олова употребляются при производстве эмалей, в красильном деле, стекольной промышленности, гальванопластике, сельском хозяйстве. Олово высокой чистоты используется в производстве полупроводников.

4. Олово принадлежит к малораспространенным элементам, средне содержание его в земной коре составляет $2,5 \cdot 10^{-4} \%$ (по массе), в различных горных породах оно колеблется от $0,5 \cdot 10^{-4} \%$ до $3 \cdot 10^{-4} \%$.

Олово – характерный элемент верхней части земной коры, где оно в определенных геологических условиях образует промышленные концентрации оловянных и комплексных руд.

В природе известно более 90 оловосодержащих минералов, и список их ежегодно пополняется. Они представлены самородным оловом, интерметаллическими соединениями (станнопалладинит), оксидами (касситерит, воджинит, торолит), гидроксидами (варламовит), силикатами (малайяит, стокезит, арандизит), сульфидами (станнин, тиллит, герценбергит), сульфосолями (франкеит, канфильдит, цилиндрит), гидростаннатами (викманит, натанит). В ряде случаев значительные количества олова содержатся в минералах-концентраторах, таких как гранат, пироксен, людвигит, магнетит и др.

Касситерит в рудах имеет основное промышленное значение, однако не является,

как это считалось ранее, единственным промышленно ценным минералом. В современных условиях промышленность может использовать также руды, содержащие наряду с касситеритом и станнином норденшельдин, франкеит, тиллит, цилиндрит, канфильдит, гулсит, варламовит, натанит и другие минералы, которые в отдельных типах руд целого ряда месторождений в количественном отношении не только не уступают касситериту, но часто преобладают над ним, образуя промышленные концентрации. Краткие сведения о главных минералах олова приведены в табл. 1.

Таблица 1

Главнейшие минералы олова

Минерал	Химическая формула	Содержание олова, %
Касситерит	SnO_2	78,62
Станнин	$\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$	27,5
Тиллит	PbSnS_2	30,51
Цилиндрит (килиндрит)	$\text{Pb}_6\text{Sn}_6\text{Sb}_2\text{S}_{21}$	26,63
Канфильдит	$\text{Ag}_8(\text{Sn}, \text{Ge})\text{S}_6$	10,1
Франкеит	$\text{Pb}_5\text{Sn}_3\text{Sb}_2\text{S}_{14}$	9,48–17,36
Норденшельдин	$\text{CaSn}[\text{BO}_3]_2$	53,65
Гулсит	$(\text{Fe}^{2+}\text{Mg})_2(\text{Fe}^{3+}\text{Sn})[\text{O}_2][\text{BO}_3]$]	11,92
Малайяит	CaSnSiO_5	46,20
Натанит	$\text{FeSn}(\text{OH})_6$	42,90
Варламовит	$\text{FeSn}(\text{O}, \text{OH})_2$	56,25

Касситерит (оловянный камень) содержит примеси Fe, Mn, W, Ta, Nb, Sc, In, Zr и другие, из-за чего фактическое содержание олова в нем колеблется от 68 до 78 %. Примеси тантала, ниобия, скандия, индия в касситеритах отдельных месторождений могут достигать промышленных концентраций и попутно извлекаться при переработке оловянных концентратов. В поверхностных условиях касситерит представляет собой весьма стойкое инертное соединение, что обуславливает сохранение его в толще рыхлых отложений и образование оловоносных россыпей. В зоне окисления касситерит также устойчив. Вследствие этого на существенно касситеритовых месторождениях не происходит вторичного обогащения руд в зоне окисления, но может иметь место остаточное обогащение за счет выщелачивания вблизи поверхности менее стойких минералов (сульфидов, карбонатов). Поэтому при оценке месторождений олова с мощной и хорошо выраженной зоной окисления необходимо учитывать возможность обогащения касситеритом окисленных руд по сравнению с первичными.

Станнин (оловянный колчедан) – второй по распространенности минерал олова после касситерита. В некоторых месторождениях на его долю приходится от 40 до 90 % общего количества олова в руде, встречается в оловорудных месторождениях практически всех промышленных типов. По составу станнины представляют собой изоморфный ряд от железистой до цинковой разновидности (кестерита). В составе станнина помимо Sn (27,5 %), Cu (29,5 %), Fe или Zn (10–13 %) присутствует S (29,9 %). Характерные примеси – Sb, Cd, Pb, Ag, в количестве 1–3 % каждого. Наиболее часто встречается серебро. В зоне гипергенеза станнин окисляется одним из первых среди сульфидов и сульфосолей, замещаясь вторичными минералами олова – натанитом, висмирновитом, мушистонитом, варламовитом.

Тиллит характерен для оловянных руд, богатых сульфидами и сульфосолями, наиболее тесно ассоциирует со сфалеритом и сульфостаннатами – франкеитом и канфильдитом. Известны месторождения, в рудах которых тиллит присутствует в значительных количествах и может быть отнесен к числу главных минералов (Боливия, Приморье, Киргизия).

Франкеит, канфильдит, цилиндрит – наиболее известные и распространенные сульфостаннаты поздних низкотемпературных ассоциаций серебро-полиметалльно-оловянных месторождений. Встречаются совместно с тиллитом, касситеритом, станнином, сульфидами полиметаллов и минералами серебра.

Норденшельдин, гулсит, малайяит в крупных скоплениях встречаются в основном в рудах, образованных по карбонатным породам и скарнам, где они порой существенно преобладают над касситеритом (Лост-Ривер на Аляске, Учкошкон в Киргизии, Титовское, Каньон в России).

Гидростаннаты (натанит, висмирновит, мушистонит и др.) и варламовит в последние годы выявлены в зоне окисления оловорудных месторождений практически всех промышленных типов, где они образуют псевдоморфозы по сульфидам олова (станнину, тиллиту, окартиту, герценбергиту и др.) в виде землистых рыхлых или плотных скрыто- и тонкокристаллических агрегатов, корочек, просечек.

Различная степень растворимости оловосодержащих минералов в кислотах позволяет производить фазовый анализ оловянных руд и определять количество олова, связанного с его оксидными, сульфидными и иными минеральными формами, что имеет существенное значение при разработке технологических схем переработки руд.

5. Олово добывается из коренных и россыпных* месторождений. В России главная роль принадлежит коренным месторождениям (около 90 % разведанных запасов), обеспечивающим до 80 % добычи, в то время как за рубежом более 50 % олова добывается из россыпей.

По запасам олова (в тыс. т) коренные месторождения подразделяются на мелкие – до 20, средние – от 20 до 50, крупные – от 50 до 100 и весьма крупные, или уникальные – более 100.

Все известное многообразие оловянного оруденения принадлежит двум геолого-геохимическим формациям оловорудных месторождений с присущими им ассоциациями рудогенных литофильных и сидеро-халькофильных элементов: редкометалльно-вольфрам-оловянной (соответствует минеральная касситерит-кварцевая формация) и железисто-полиметалльно-оловянной (охватывает касситерит-силикатную и касситерит-сульфидную минеральные формации).

Редкометалльно-вольфрам-оловянная формация включает разнообразные минеральные ассоциации, типы и фации высокотемпературного литофильного оловянного оруденения, формировавшегося в связи с тектоно-магматической активизацией щитов, платформ и структур ранней консолидации геосинклинально-складчатых областей (геоантиклинали, срединные массивы) и приуроченного преимущественно к продольным глубинным разломам и шовным зонам по границам тектонических структур. Оруденение пространственно и генетически непосредственно связано с поздними кислыми и ультракислыми гипабиссальными интрузиями пород гранодиорит-гранит-лейкогранитной магматической формации, нередко дифференцированными до пегматоидных разностей, или с менее дифференцированными субвулканическими интрузиями

* Требования к изученности россыпных месторождений олова регламентируются «Методическими рекомендациями по применению Классификации запасов твердых полезных ископаемых к россыпным месторождениям», утвержденными распоряжением МПП России № 37-р от 05.06.2007.

гранофиров и кварцевых порфиров.

Железисто-полиметалльно-оловянная формация охватывает разнообразные средне-температурные сидеро-халькофильные проявления оловянного оруденения, сформировавшегося в этапы позднеорогенного развития складчатых систем и приуроченного к поперечным глубинным разломам геосинклинальных прогибов и вулканических поясов. Оруденение парагенетически связано с вулканоплутоническими комплексами дзiorит-монцогранодиорит-гранитной магматической формации, в том числе с наиболее поздними их гранитными производными.

В объемах указанных оловорудных формаций выделяются следующие промышленные типы месторождений оловянных руд (табл. 2).

Таблица 2

Промышленные типы месторождений оловянных руд

Промышленный тип месторождений	Природный тип руд	Структурно-морфологический тип рудных тел	Главные рудные минералы	Основные попутные компоненты	Содержание Sn, %. Технологический тип руд; способ переработки	Примеры месторождений
1	2	3	4	5	6	7
Апоскарновый оловянный	Оловоносный пироксен-гранатовый с оксидами и боратами олова	Пласто-линзообразный, залежный, неправильные метасоматические тела; протяженность по простиранию и падению от десятков до сотен метров	Гулсит, пайгеит, малайяит, касситерит; оловоносные гранат, пироксен, людвигит; вольфрамит, шеелит, магнетит, сфалерит	Вольфрам, редкие металлы, цинк	0,3–0,7. Апоскарновый оловянный; комбинированная обогатительно-металлургическая переработка	Кителя, Титовское (Россия), Хаммерляйн (Германия), Майхура (Таджикистан), Маунт-Линдсей (Австралия) Злата Копец (Чехия)
Олово-грейзеновый	Берилл-вольфрамит-касситеритовый в алюмосиликатных породах и гелвин-даналит-шеелит-касситеритовый в карбонатных породах	Жильно-штокверково-плащеобразный; в интрузивно-околоинтрузивных зонах глубина до первых сотен метров, в надывин-интрузивных – многосотметровые по простиранию и на глубину линейные штокверки	Касситерит, стокезит, кестерит, вольфрамит (шеелит), минералы редких земель	Бериллий, ниобий, тантал, индий, скандий, вольфрам, висмут	0,3–0,6 (в отдельных блоках до 1,0 и более). Бессульфидный и малосульфидный оловянный; сортировка, гравитация	Правоурмийское, Экуг, Таризель, Одинокое (Россия), Сырымбет (Казахстан), Альтенберг (Германия), Циновец (Чехия)

1	2	3	4	5	6	7
Олово-кварцевый	Вольфрамит-касситеритовый, вольфрамит-станнин-касситеритовый	Штокверково-жильный; жилы и жильные системы протяженностью до нескольких сотен метров, штокверки площадью тысячи квадратных метров.	Касситерит, станнин, вольфрамит, молибденит, берилл, висмутин, арсенопирит, пирит	Вольфрам, висмут, тантал, ниобий, иногда бериллий	0,2–0,4 – штокверки, 0,5–1,5 – жилы. Бессульфидный и малосульфидный оловянный, обычно с вольфрамом; сортировка, гравитация	Иультин, Светлое, группа Пыркакайских штокверков, Полярное (Россия), Маучи (Мьянма), Панаскейра (Португалия), Эренсфридерсдорф (Германия)
Олово-силикатный: подтип турмалиновый	Касситеритовый в алюмосиликатных породах и касситерит-норденшельдиновый в карбонатных породах, халькопирит-касситеритовый	Штокверково-жильный; жилы, минерализованные зоны, линейные штокверки протяженностью до 1 км и более	Касситерит, норденшельдин, станнин, халькопирит, арсенопирит, пирит, висмутин, редко вольфрамит (шеелит)	Медь, висмут, иногда вольфрам, индий	0,5–0,7 (иногда до 3,0) Бессульфидный и малосульфидный оловянный, реже сульфидный оловянный с медью; флотогравитация, флотация	Депутатское, Солнечное, Валькумей (Россия), Учкошкон (Киргизия), Корнуэлл (Великобритания), Монте-Бланко (Боливия)
подтип хлоритовый	Касситеритовый	Штокверково-жильный; минерализованные зоны, линейные штокверки протяженностью сотни метров	Касситерит, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит	Цинк, индий, висмут, медь	0,4–0,5, до 1,5. Бессульфидный и малосульфидный оловянный; гравитация, флотогравитация	Хрустальное, Дубровское, Тернистое (Россия), Барраскота, Сойкира (Боливия)

1	2	3	4	5	6	7
Олово-сульфидный: подтип колчеданный	Станнин-касситеритовый, халькопирит-станнин-касситеритовый	Прожилково-жильный; минерализованные зоны, сложные прожилково-жильные системы протяженностью несколько сотен метров	Касситерит, станнин, халькопирит, арсенопирит, пирротин, пирит, сфалерит, галенит	Медь, цинк, висмут, селен, кадмий, индий	0,4–0,8. Сульфидный оловянный; флотогравитация, флотация	Перевальное, Эге-Хая, Дальнетаежное, Хапчеранга (Россия), Мушистон (Таджикистан), Чанпо (Китай), Маунт-Бишоф (Австралия)
подтип сульфосольный	Касситерит-станнин-сульфостанноватый	Жильно-прожилковый; минерализованные зоны, жилы, столбо- и трубообразные тела протяженностью от первых до нескольких сотен метров	Станнин, касситерит, франкеит, канфилдит, тиллит, галенит, сфалерит, сульфосоли серебра, свинца, цинка, сурьмы, висмута	Свинец, цинк, сурьма, серебро, индий, кадмий, висмут	0,5–1,5. Сульфидный оловянный с полиметаллами и серебром; флотогравитация, металлургический передел	Зимнее, Черемуховое, Смирновское (Россия), Ренисон-Белл (Австралия), Малаге (Китай), Ллалагуа, Потоси (Боливия)

Апоскарновые пластово-залежные месторождения относятся к перспективному, но на территории России пока слабо изученному типу, значение которого в последние годы возрастает. Масштабы месторождений самые различные: наряду с мелкими (Кителя, Питкьяранта в Северном Приладожье) встречаются крупные и весьма крупные (Хаммерляйн в Германии, Титовское в России). Месторождения представляют собой проявления высокотемпературного оловянного оруденения, наложенного на скарны, и, вследствие этого, обладают рядом морфогенетических и минералогических особенностей. Для апоскарновых месторождений кроме штокверковых рудных образований характерны весьма сложные неправильные метасоматические тела, трубо-, гнездо-, линзо- и столбообразные залежи, широко варьирующие по размерам от гнезд и труб малого сечения до крупных залежей. Протяженность рудных тел колеблется от первых метров до нескольких сотен метров при мощности от нескольких сантиметров до десятков метров. Диапазон распространения оруденения по вертикали нередко значительный, порой достигает 500 м по восстанию от скрытого на глубине рудоносного гранитного интрузива.

Минеральный состав руд крайне разнообразен, наряду с касситеритом, иногда в преобладающих количествах присутствуют малайяит, пайгеит, гулсит, оловоносный людвигит, а также новообразованные минералы-концентраторы олова – гранат, пироксен. Своеобразие среды минералообразования обусловило многообразие минеральных форм и сопутствующих олову элементов. Так, вольфрам в рудах представлен шеелитом и вольфрамитом; фтор – флюоритом, хондродитом, флюоборитом, топазом, селлаитом; бор – данбуритом, аксинитом, датолитом, реже турмалином.

Распределение олова в рудах весьма неравномерное, преобладают руды с содержаниями 0,3–0,7 %.

Грейзеновые жильно-штокверковые месторождения распространены достаточно широко, и роль их в отечественной добыче олова возрастает. Они подразделяются на две группы: интрузивно-околоинтрузивных и надывтрузивных грейзенов.

Месторождения первой группы представляют собой грейзенизированные купольные части рудоносных гранитных интрузий, их апофиз, а также прикровлевые участки прорываемых ими более древних гранитов или осадочных вмещающих пород (Экуг, Таризель, Одинокое в России; Циновец в Чехии; Альтенберг в Германии). Наиболее интенсивная грейзенизация и связанное с ней прожилково-вкрапленное оруденение тяготеет к пологим участкам куполовидных выступов, а также к зонам нарушений и их сочленений, развитым в приконтактных частях интрузий. Морфология рудных образований – изометричные, грибообразные или неправильной формы залежи и минерализованные зоны типа линейных штокверков. Глубина распространения оруденения в рудопроизводящих гранитах обычно ограниченная и колеблется от нескольких десятков метров до 100–150 м, в дайках-апофизах и крутопадающих минерализованных зонах иногда достигает 250–300 м. Масштабы месторождений – от мелких до средних, редко встречаются крупные и весьма крупные месторождения. Содержания олова в рудах в целом невысокие, обычно первые десятые доли процента. По составу – это классические кварц-топаз-мусковитовые оловоносные грейзены и их минеральные разности с широкими количественными вариациями флюорита, турмалина, сидерофиллита, лепидолита и циннвальдита.

Месторождения второй группы развиты в основном в экзоконтактных зонах над скрытыми на значительных глубинах рудоносными гранитными интрузиями и локализируются в виде протяженных (до 2 км) и мощных (до десятков метров) линейно-штокверковых зон грейзенизации, контролируемых разломами, субсогласными поверхностями контактов дайкоподобных интрузий гранит-порфиров более ранних фаз оловоносных магматических комплексов (Правоурмийское, Тигриное, Хинганское в России; Сырымбет

в Казахстане). Глубина распространения оруденения достигает 600 м и более, наиболее обычные содержания олова в рудах 0,3–0,4 %, но нередко выделяются довольно крупные участки-блоки с содержанием до 1 % и более. Месторождения второй группы, кроме значительно более крупных масштабов, отличаются несколько повышенным количеством сульфидных минералов в составе руд, в том числе оловянных (станнин, станноидит и др.).

Кварцевые штокверково- жильные месторождения нередко встречаются совместно с грейзеновыми, но, как правило, масштабными в этом случае являются либо те, либо другие. Среди месторождений кварцевого типа отмечаются как мелкие, так и крупные, до уникальных объекты (Пыркакайские в России, Маучи в Мьянме).

Месторождения нередко расположены весьма компактно, что повышает их экономическую значимость. Промышленное оруденение локализуется в эндоконтактах рудоносных гранитных интрузий и в их экзоконтактовых зонах. Глубина распространения оруденения в материнских интрузиях редко превышает 100–150 м, вертикальный размах оруденения в надкупольных частях скрытых гранитных интрузий порой достигает 600–700 м. Рудные тела образуют жильные системы, минерализованные зоны и штокверки. Протяженность их по простиранию колеблется от десятков и первых сотен метров до 800 м и более (Иультин, Маучи). Руды месторождений обычно комплексные, вольфрам-оловянные. Характерная особенность руд – резкое преобладание в жильной массе кварца; присутствуют слюды, полевой шпат, топаз, флюорит и др. Среди рудных минералов кроме ведущих касситерита и вольфрамита, нередко присутствующих в виде крупных кристаллов и агрегатных скоплений, отмечаются берилл, молибденит, арсенопирит, пирит, сфалерит, редко галенит. Станнин вместе с основной массой сульфидов обычно тяготеет к фланговым и верхним частям жил. Суммарное содержание олова и триоксида вольфрама в рудах может достигать 1,5 % и более при нередком преобладании вольфрама на более эродированных месторождениях. Касситерит и вольфрамит в месторождениях кварцевого типа характеризуются наиболее высокими содержаниями примесей тантала и ниобия среди месторождений других промышленных типов.

Силикатные штокверково- жильные месторождения относятся к числу наиболее распространенных, перспективных и крупномасштабных и составляют основу сырьевой базы по добыче олова из коренных руд в России и ряде других стран (Великобритания, Австралия, Боливия и др.).

Месторождения силикатного типа, парагенетически связанные с многофазными гранитоидными интрузиями оловоносных магматических комплексов, локализируются в эндоконтактовых зонах массивов, над скрытыми интрузивными массивами слабоэродированных рудных полей, а также на значительном удалении от интрузивов.

Силикатный тип включает месторождения оловянных руд двух подтипов – турмалинового и хлоритового, выделяемых по ведущим жильным минералам. Оба подтипа имеют близкие характеристики, нередко встречаются совместно и представляют собой члены единого ряда вертикальной зональности оруденения, в котором нижнюю, более высокотемпературную и, как правило, наиболее протяженную часть занимает турмалиновый подтип. Рудные тела представлены жилами, минерализованными зонами, штокверками, преимущественно линейными. Протяженность их в крупных месторождениях измеряется многими сотнями метров и более по простиранию и на глубину.

Руды, сформированные несколькими стадиями минерализации, имеют довольно сложный состав. В составе жильной массы наряду с турмалином или хлоритом ведущая роль принадлежит кварцу, присутствует значительное, но не более 5–8 %, количество сульфидов (арсенопирит, пирит, халькопирит, сфалерит, висмутин и др.). При формировании оруденения турмалинового подтипа в карбонатных породах и скарнах образуется его

фациальная касситерит-норденшельдин-боросиликатная (датолит, данбурит) разновидность. В жильных телах месторождений силикатного типа содержания олова от десятых долей до первых процентов, в штокверках более низкие. Наиболее частый попутный компонент – медь, иногда висмут, редко вольфрам.

Сульфидные прожилково-жильные месторождения включают колчеданный и сульфосольный промышленные подтипы. Масштабы месторождений от мелких и средних до крупных; значение их в запасах олова меньше, чем месторождений силикатного типа, но также существенно. В российской добыче роль месторождений рассматриваемого типа ограниченная, главным образом из-за трудностей внедрения современных методов технологии переработки сложных олово-сульфидных, обычно комплексных руд, хотя в Китае подобные руды вполне успешно разрабатываются.

Особенностью месторождений является приуроченность значительной их части к областям широкого развития карбонатных и разнообразных вулканогенных пород, являющихся наиболее благоприятной средой для отложения сульфидных руд. Руды колчеданного подтипа нередко слагают верхние и фланговые части слабо эродированных оловорудных месторождений силикатного типа и представляют собой члены ряда вертикальной и латеральной зональности оруденения железисто-полиметалльно-оловянной формации. На месторождениях сульфидного типа руды колчеданного и сульфосольного подтипов часто присутствуют совместно, также образуя ряд зональности (снизу вверх и от центра к флангам): колчеданный – сульфосольный подтипы.

Рудные тела характеризуются значительным разнообразием морфологических типов, среди которых встречаются сложные метасоматические жилы и минерализованные зоны невыдержанной мощности, с пережимами и раздувами, столбо- и трубообразные залежи с рудами брекчиевой текстуры, жилы выполнения и линейные прожилковые зоны с участками вкрапленного и гнездового оруденения. Параметры рудных тел широко варьируют – от первых десятков до нескольких сотен метров по простиранию и падению.

Наиболее существенные отличия минерального состава руд месторождений сульфидного типа от охарактеризованных выше типов заключаются в обилии (до 70 %) разнообразных сульфидных минералов, в основном олова, железа и меди (станнин, пирротин, пирит, халькопирит) в рудах месторождений колчеданного подтипа, а в рудах месторождений сульфосольного подтипа – сульфидов и сульфосолей олова, полиметаллов и серебра (тиллит, франкеит, канфильдит и др.; галенит, сфалерит, джемсонит, буланжерит, аргентит, пираргирит и др.). В окисленных рудах широко распространены вторичные минералы олова (висмирновит, натанит, мушистонит, варламовит и др.).

Содержания олова в рудах колчеданных месторождений колеблются в пределах 0,4–0,8 %, сульфосольных – нередко превышают 1 %. Соотношения нерастворимого (оксидного) и растворимого (сульфидного и прочего) олова в рудах изменяется от 1:3 до 1:5 в ту и другую сторону.

Из руд коренных оловянных месторождений в зависимости от промышленного типа можно попутно получать вольфрам, тантал, ниобий, висмут, индий, германий, кадмий, медь, цинк, свинец, серебро и др.

Помимо указанных типов месторождений источником получения олова могут служить оловоносные редкометальные пегматиты. В пегматитах касситерит обычно является второстепенным компонентом и повсеместно содержит повышенную примесь тантала и ниобия. Масштабы оловянного оруденения в пегматитах находятся в прямой зависимости от интенсивности проявления наложенных метасоматических процессов – грейзенизации, в меньшей мере альбитизации. Оловоносные редкометальные пегматиты служат источником формирования комплексных редкометально-оловоносных россыпей.

II. Группировка месторождений по сложности геологического строения для целей разведки

6. По размерам и форме рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и особенностям распределения олова месторождения оловянных руд соответствуют 2-й и 3-й группам «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

Ко 2-й группе относятся месторождения (участки) сложного геологического строения с рудными телами, представленными:

крупными штокверками с внутренним строением, характеризующимся чередованием промышленных руд с безрудными и участками некондиционных руд (Пыркакайские штокверки, Одинокое в России);

крупными, преимущественно линейными штокверками и минерализованными зонами сложной формы с неравномерным распределением олова (Правоурмийское, Депутатское, Фестивальное, Солнечное в России; Сырымбет в Казахстане);

крупными протяженными жилами с непостоянной, но сравнительно большой мощностью и неравномерным распределением олова (основные рудные тела Дубровского и Хрустального месторождений в России).

К 3-й группе относятся месторождения (участки) очень сложного геологического строения с рудными телами, представленными средними по размерам жилами, штокверками, минерализованными зонами небольшой мощности с неравномерным распределением олова (Верхнее, Тернистое, Арсеньевское, Иультинское, Валькумейское, Светлое месторождения в России; Трудовое, Учкошкон в Киргизии).

Месторождения 4-й группы, как правило, самостоятельного промышленного значения не имеют. Они обычно представлены мелкими, реже средними по размерам жилами, залежами, линзами, столбо- и трубообразными телами с чрезвычайно сложным прерывистым гнездообразным распределением рудных скоплений (Кителя в России, Сарыбулак в Киргизии).

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

8. При отнесении месторождения к соответствующей группе сложности геологического строения могут использоваться и количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения (см. приложение).

III. Изучение геологического строения месторождений и вещественного состава руд

9. По разведанному месторождению необходимо иметь топографическую основу, масштаб которой соответствовал бы его размерам, особенностям геологического строения и рельефу местности. Топографические карты и планы на оловорудных месторождениях 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 минерализованных зон должны быть инструментально привязаны. Подземные горные выработки и скважины наносятся на планы по данным маркшейдерской съемки. Маркшейдерские планы горизонтов горных работ обычно составляются в масштабах 1:200–1:500, сводные планы – в масштабе

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

10. 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^* .

11. Выходы на поверхность и приповерхностные части рудных тел и минерализованных зон должны быть изучены канавами, шурфами, шурфами с расчистками, расчистками, пройденными при необходимости по простиранию рудных тел, 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 олова и провести подсчет запасов окисленных и смешанных руд отдельно по промышленным (технологическим) типам.

12. Разведка месторождений оловянных руд на глубину проводится скважинами в сочетании с горными выработками (месторождений очень сложного строения с рудными телами небольшой мощности или с весьма неравномерным распределением олова – преимущественно горными выработками) с использованием геофизических методов исследований – наземных, в скважинах и в горных выработках.

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

13. По скважинам колонкового бурения должен быть получен максимальный выход керна хорошей сохранности в объеме, обеспечивающем выяснение с необходимой полнотой особенностей залегания рудных тел и вмещающих пород, их мощности, внутреннего

* По району месторождения и рудному полю представляется 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 олова и рудопроявлений района, а также участков, на которых оценены прогнозные ресурсы оловянных 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.

строения рудных тел и характера околорудных изменений, распределения природных разновидностей руд, их текстуры и структуры, а также представительность материала для опробования.

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

Величина представительного выхода керна для определения содержаний олова и мощностей рудных интервалов должна быть подтверждена исследованиями возможности его избирательного истирания, а также всех минералов, с которыми связаны промышленные концентрации олова, в особенности главного – касситерита, обладающего высокой хрупкостью. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования керна, шлама и мути (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.

Более низкое, по сравнению с установленным по всем пробам, содержание олова в классе проб с низким выходом керна указывает на избирательное истирание минералов олова (касситерита и др.). При этом содержание олова в шламе и мути должно быть выше, чем в керне. Для установления величины избирательного истирания керна результаты его опробования сопоставляются с данными опробования контрольных горных выработок, скважин ударного и шарошечного бурения, а также колонковых скважин, пробуренных эжекторными и другими снарядами с призабойной циркуляцией промывочной жидкости. При низком выходе керна или избирательном его истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки. При несущественном искажении содержаний олова в керновых пробах необходимо обосновать величину поправочного коэффициента к результатам кернового опробования на основе данных, полученных в контрольных выработках – скважинах ударного бурения, в подземных выработках по валовым и бороздовым пробам большого сечения, а также данных геофизического опробования.

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

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

Для пересечения крутопадающих рудных тел под большими углами целесообразно

* 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.

применять искусственное искривление скважин. С целью повышения эффективности разведки следует осуществлять бурение многозабойных скважин, а при наличии горизонтов горных работ – подземных скважин. Бурение по руде целесообразно производить одним диаметром.

14. Горные выработки являются основным средством детального изучения условий залегания, морфологии, внутреннего строения рудных тел, их сплошности, вещественного состава руд, а также контроля данных бурения, геофизических исследований и отбора технологических проб. Сплошность рудных тел и изменчивость оруденения по их простиранию и падению должны быть изучены в достаточном объеме на представительных участках: по маломощным рудным телам – непрерывным прослеживанием штреками и восстающими, а по мощным рудным телам и штокверкам – пересечением ортами, квершлагами, подземными горизонтальными скважинами.

Горные выработки следует проходить на участках детализации, а также на горизонтах месторождения, намеченных к первоочередной отработке.

15. 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 характера распределения олова; при этом следует учитывать возможное столбообразное размещение обогащенных участков.

Приведенные в табл. 3 обобщенные сведения о плотности сетей, применявшихся при разведке оловорудных месторождений в странах СНГ, могут учитываться при проектировании геологоразведочных работ, но их нельзя рассматривать как обязательные. Для каждого месторождения на основании изучения особенностей геологического строения 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.

Таблица 3

Сведения о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся при разведке отечественных оловорудных месторождений

Группа месторождений	Характеристика рудных тел	Виды выработок	Расстояния между пересечениями рудных тел выработки для категории запасов, м			
			В		С ₁	
			по простиранию	по падению	по простиранию	по падению
1	2	3	4	5	6	7
2-я	Крупные штокверки простой и сложной формы с изменчивым внутренним строением или с неравномерным распределением олова	Штольни, штреки	–	60–80	–	–
		Орты, горизонтальные скважины	40–60	–	–	–
		Восстающие	80–120	–	–	–
		Скважины	60–80	40–60	100–120	80–100
	Крупные линейные штокверки и минерализованные зоны с неравномерным распределением олова	Штольни, штреки	–	60–80	–	–
		Орты, горизонтальные скважины	20–40	–	–	–
		Восстающие	100–120	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
		Скважины	80–100	60–80	80–120	60–80
	Крупные протяженные жилы и жильные зоны с непостоянной, но сравнительно большой мощностью и неравномерным распределением олова	Штольни, штреки	–	60–80	–	–
		Рассечки, орты, горизонтальные скважины	20–40	–	–	–
		Восстающие Скважины	80–100 60–80	– 40–60	– 80–100	– 60–80
3-я	Средние по размерам жилы, штокверки, минерализованные зоны небольшой мощности с неравномерным распределением олова	Штольни, штреки	–	–	–	60–80
		Рассечки, орты, горизонтальные скважины	–	–	10–20	–
		Восстающие Скважины	– –	– –	80–120 60–80	– 40–60

Примечания:

1. Для месторождений 4-й группы систематизировать данные о плотности разведочной сети вследствие их большого разнообразия не представляется возможным.

2. 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.

16. Для подтверждения достоверности запасов, подсчитанных на разведанных месторождениях, отдельные их участки должны быть разведаны более детально. Эти участки следует изучать и опробовать по более плотной разведочной сети, по сравнению с принятой на остальной части месторождения. Запасы на таких участках и горизонтах месторождений 2-й группы должны быть разведаны преимущественно по категории В, а на месторождениях 3-й группы – по категории С₁. На месторождениях 3-й группы сеть разведочных выработок на участках детализации целесообразно сгущать, как правило, не меньше чем в 2 раза, по сравнению с принятой для категории С₁.

При использовании интерполяционных методов подсчета запасов (геостатистики, метода 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 участки первоочередной отработки не характерны для всего месторождения по особенностям геологического строения, качеству руд и горно-геологическим условиям, должны быть детально изучены также участки, удовлетворяющие этому требованию. Число и размеры участков детализации на месторождениях определяются в каждом конкретном случае недропользователем.

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

для этих целей используются результаты эксплуатационной разведки и отработки. На месторождениях с прерывистым оруденением, оценка запасов которых производится без геометризации конкретных рудных тел, в обобщенном контуре, с использованием коэффициентов рудоносности, на основании определения пространственного положения, типичных форм, размеров участков кондиционных руд и распределения запасов по мощности рудных интервалов должна быть оценена возможность их селективной выемки.

17. 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. Следует также оценивать качество геологического и геофизического опробования (выдержанность сечения и массы проб, соответствие их положения особенностям геологического строения участка, полноту и непрерывность отбора проб, наличие и результаты контрольного опробования), представительность минералого-технологических и инженерно-геологических исследований, качество определений объемной массы, обработки проб и аналитических работ.

18. 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.

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

На месторождениях оловянных руд целесообразно применение ядерно-геофизических методов в качестве рядового опробования. Применение геофизических методов опробования и использование их результатов при подсчете запасов регламентируется «Методическими рекомендациями по геофизическому опробованию при подсчете запасов месторождений металлов и нерудного сырья», утвержденными распоряжением МПР России № 37-р от 05.06.2007.

Принятые метод и способ опробования должны обеспечивать наибольшую достоверность результатов при достаточной производительности и экономичности. В случае применения нескольких способов опробования следует руководствоваться соответствующими нормативно-методическими документами.

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

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

сеть опробования должна быть выдержанной, плотность ее определяется геологическими особенностями изучаемых участков месторождения и обычно устанавливается исходя из опыта разведки месторождений-аналогов, а на новых объектах – экспериментальным путем. Пробы необходимо отбирать в направлении максимальной изменчивости оруденения. В случае пересечения рудных тел разведочными выработками (в особенности скважинами) под острым углом к направлению максимальной изменчивости (если при этом возникают сомнения в представительности опробования) контрольными работами

или сопоставлением должна быть доказана возможность использования в подсчете запасов результатов опробования этих сечений;

опробование необходимо 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; она не должна превышать установленные условиями минимальную мощность для выделения типов или сортов руд, а также максимальную мощность внутренних пустых и некондиционных прослоев, включенных в контур балансовых руд.

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

В горных выработках, пересекающих рудное тело на всю мощность, и в восстающих опробование должно проводиться по двум стенкам, а в выработках, пройденных по простиранию рудного тела, – в забоях. Расстояния между пробами в прослеживаемых выработках обычно не превышают 2–4 м (допустимость увеличения шага опробования должна быть подтверждена экспериментальными данными). В горизонтальных горных выработках при крутом залегании рудных тел все пробы размещаются на постоянной, заранее определенной высоте. Принятые параметры проб должны быть обоснованы экспериментальными работами. Должны быть также проведены работы по изучению возможного выкрашивания оловосодержащих минералов при принятом для горных выработок способе опробования, особенно на участках трещиноватых руд и руд с прожилковым оруденением.

Для изучения возможностей крупнопорционной сортировки руд (порционной контрастности) длина секции опробования (интервалов интерпретации каротажа) не должна превышать 1 м, а для изучения возможностей кусковой сепарации – результаты ядерно-физического опробования (каротажа) должны интерпретироваться дифференциально по интервалам 5–10 см, эквивалентным размеру куска, в соответствии с соответствующими методическими документами.

21. 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 рудных проб и соответствие фактической массы пробы расчетной, исходя из принятого сечения борозды или фактического диаметра и выхода керна (отклонения не должны превышать $\pm 10\text{--}20\%$ с учетом изменчивости плотности руды).

Точность борздового опробования следует контролировать сопряженными борздами того же сечения, кернового опробования в случае деления керна на половинки — отбором проб из вторых половинок керна.

При геофизическом опробовании в естественном залегании контролируются стабильность работы аппаратуры и воспроизводимость метода при одинаковых условиях рядовых и контрольных измерений. Достоверность геофизического опробования определяется сопоставлением полученных данных с данными геологического опробования при высоком выходе керна по спорным интервалам, для которых доказано отсутствие его избирательно-го истирания.

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

Достоверность принятых методов и способов опробования контролируется более представительным способом, как правило валовым, в соответствии с соответствующими методическими документами. Для этой цели необходимо также использовать данные технологических проб, валовых проб, отобранных для определения объемной массы в целиках, и результаты отработки месторождения.

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

22. 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.

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

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 анализируются на олово, а также на компоненты, содержание которых учитывается при оконтуривании рудных тел по мощности (триоксид вольфрама, медь, свинец, цинк и др.). Другие полезные компоненты (кадмий, индий, висмут, серебро и др.) и вредные примеси (мышьяк) определяются обычно по групповым пробам.

Порядок объединения рядовых проб в групповые, их размещение и общее количество должны обеспечивать равномерное опробование основных разновидностей руд на попутные компоненты и вредные примеси и выяснение закономерностей изменения их содержаний по простиранию и падению рудных тел.

В случае значительных содержаний в рудах станнина (более 10 %) или других олово-содержащих минералов (гранатов, боратов, пироксенов и т. д.), особенно в рудах апоскарновых месторождений, для установления количества олова, связанного с касситеритом, а также для выяснения степени окисления первичных руд и установления границы зоны окисления должны выполняться фазовые анализы.

24. 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.

25. 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.

26. Объем внутреннего и внешнего контроля должен обеспечить представительность выборки по каждому классу содержаний и периоду выполнения (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.

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

Относительная среднеквадратическая погрешность, определенная по результатам внутреннего контроля, не должна превышать значений, указанных в табл. 4. В противном случае результаты основных анализов для данного класса содержаний и периода работы лаборатории бракуются и все пробы подлежат повторному анализу с выполнением внутреннего геологического контроля. Одновременно основной лабораторией должны быть выяснены причины брака и приняты меры по его устранению.

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

Компонент	Класс содержаний компонентов в руде, % (Ag, Au и In, г/т)*	Предельно допустимая относительная среднеквадратическая погрешность, %	Компонент	Класс содержаний компонентов в руде, % (Ag, Au и In, г/т)*	Предельно допустимая относительная среднеквадратическая погрешность, %
Sn	>5	3	Ag	30–100	12
	1–5	6,0		10–30	15
	0,5–1	7,5		1–10	22
	0,2–0,5	10		0,5–1	25
	0,1–0,2	15	Au	4–16	18
	0,05–0,1	20		1–4	25
WO ₃	1–2	8	CaF ₂	0,5–1	30
	0,5–1	9		<0,5	30
	0,5–1	9		10–20	5
	0,2–0,5	12	2–10	10	
	0,1–0,2	16	0,5–2	17	
	0,05–0,1	18	In	>500	13
	0,02–0,05	25		100–500	20
Mo	>0,1	3,5	Ta ₂ O ₅	50–100	25
	0,5–0,1	6		20–50	28
	0,2–0,5	8,5		5–20	30
	0,1–0,2	13		1–5	30
	0,05–0,1	18	0,1–0,5	12	
	0,02–0,05	23	0,05–0,1	17	
Pb	2–5	6	Nb ₂ O ₆	0,02–0,05	22
	1–2	8,5		0,01–0,02	25
	0,5–1	11		0,005–0,01	30
	0,2–0,5	13		1–10	9
	0,1–0,2	17	0,5–1	11	
Zn	2–5	6	As	0,2–0,5	13
	0,5–2	11		0,1–0,2	16
	0,2–0,5	13		0,05–0,1	20
	0,1–0,2	17		0,02–0,05	23
	0,02–0,1	22		>2	3
Cu	1–3	5,5	0,5–2	6	
	0,5–1	8,5	0,05–0,5	16	
	0,2–0,5	13	0,01–0,05	25	
	0,1–0,2	17	<0,01	30	
	0,05–0,1	25			
	0,01–0,05	30			

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

28. 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, 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 арбитражного анализа введение поправочных коэффициентов не допускается.

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

30. Минеральный состав руд, их текстурно-структурные особенности и физические свойства (в первую очередь, гравитационные и магнитные) должны быть изучены с применением минералого-петрографических, физических, химических и других видов анализов по методикам, утвержденным НСОММИ и НСАМ. При этом наряду с описанием отдельных минералов производится также количественная оценка их распространенности.

Особое внимание уделяется оловосодержащим минералам, определению их количества, выяснению их взаимоотношений между собой и с другими минералами (наличие и размеры сростков, характер срастания), размеров зерен касситерита и других оловосодержащих минералов и соотношений различных по крупности классов. Если в рудах одновременно присутствуют касситерит и станнин или другие минералы олова, необходимо определить относительные количества и вариации содержаний каждого из этих минералов в разных типах руд.

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

31. Объемная масса и влажность руды входят в число основных параметров, используемых при подсчете запасов месторождений. Определение объемной массы необходимо производить для каждой выделенной природной разновидности руд и внутрирудных некондиционных прослоев.

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 γ -излучения при наличии необходимого объема заверочных работ. Одновременно с определением объемной массы на том же материале определяется влажность руд. Образцы и пробы для определения объемной массы и влажности должны быть охарактеризованы минералогически и проанализированы на основные компоненты. Достоверность определения объемной массы по образцам при наличии горных выработок должна быть подтверждена методом выемки целиков или исследованиями целиков геофизиче-

скими методами.

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

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

IV. Изучение технологических свойств руд

33. Для переработки оловянных руд основных промышленных типов базовой является схема с предварительным радиометрическим обогащением и последующим стадийным гравитационным обогащением, в основу которой закладывается принцип извлечения ценного компонента по мере его раскрытия, не допускающий переизмельчения и потерь с отвальными хвостами.

34. Проведению технологических исследований руд должно предшествовать изучение возможности радиометрической крупнопорционной сортировки добываемой горнорудной массы в транспортных емкостях. Предварительные прогнозные технологические показатели получают расчетным путем при обработке данных опробования или каротажа в технологических контурах эксплуатационных блоков. Должны быть установлены порционная контрастность руд выделенных природных разновидностей, физические признаки, которые могут быть использованы для разделения горнорудной массы, оценены показатели радиометрической сортировки для порций разного объема. Для экспериментального подтверждения технологических показателей крупнопорционной сортировки проводятся опытные горные работы с экспресс-анализом горнорудной массы в транспортных емкостях на рудоконтролирующей станции (РКС) и сортировкой на кондиционную, некондиционную руды и отвальную породу. Достоверность экспресс-анализа руды в транспортных емкостях и качество продуктов сортировки должны быть заверены контрольным валовым опробованием.

При положительных результатах необходимо уточнить промышленные (технологические) типы руд, требующие селективной добычи, или подтвердить возможность валовой выемки рудной массы, уточнить параметры системы отработки, а также определить возможность получения сортов богатой руды.

35. 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 заинтересованными организациями.

Отбор проб для технологических исследований на разных стадиях геологоразведочных работ следует выполнять в соответствии с ременным методическим руководством «Технологическое опробование месторождений цветных металлов в процессе разведки», утвержденным заместителем Министра цветной металлургии СССР и заместителем Министра геологии СССР в 1983 г. и 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).

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

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

На лабораторных и укрупненно-лабораторных пробах должны быть изучены технологические свойства всех выделенных промышленных (технологических) типов руд в степени, необходимой для выбора оптимальной технологической схемы их переработки и определения основных технологических показателей обогащения и качества получаемой продукции. При этом важно определить оптимальную степень измельчения руд, которая обеспечит максимальное вскрытие оловосодержащих минералов при минимальном ошламовании и сбросе их в хвосты.

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

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

Укрупненно-лабораторные и полупромышленные технологические пробы должны быть представительными, т. е. отвечать по химическому и минеральному составу, структурно-текстурным особенностям, контрастности, физическим и другим свойствам среднему составу руд данного промышленного (технологического) типа с учетом возможного разубоживания рудовмещающими породами или повышения содержания олова в руде после крупнопорционной сортировки. По гранулометрическому составу пробы должны соответствовать отбитой горнорудной массе принятой системы отработки.

37. При проведении технологических исследований руд рекомендуется изучить возможность их радиометрической сепарации. Должны быть установлены физические признаки, которые могут быть использованы для разделения горнорудной массы, покусковая контрастность руды, оценены показатели радиометрического обогащения при различных значениях граничных содержаний рудных компонентов. При положительных результатах необходимо уточнить промышленные (технологические) типы руд, требующие селектив-

ной добычи, или подтвердить возможность валовой выемки рудной массы, а также определить оптимальную схему радиометрического обогащения. Дальнейшие испытания способов переработки руд проводятся с учетом возможностей и экономической эффективности включения в общую технологическую схему обогащения руд радиометрической сортировки и (или) сепарации

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

39. Технологические свойства руд оловянных месторождений зависят от их минерального состава, размера зерен рудообразующих минералов или их агрегатных скоплений, текстурно-структурных особенностей, а также от содержания и минеральной формы проявления олова в руде.

По содержанию металла руды делятся на богатые (более 1,0 % олова), среднего качества (0,4–1,0 %), бедные (0,2–0,4 %) и весьма бедные (0,1–0,2 %).

По крупности зерен минералов олова промышленные оловянные руды подразделяются на четыре группы: тонковкрапленные – до 0,1 мм, мелковкрапленные – до 0,2 мм, средневкрапленные – до 1 мм и крупновкрапленные – от 1 мм и более.

Для получения товарной продукции – оловянных концентратов – все оловянные руды подвергаются обогащению. Технология обогащения оловянных руд основана на трех отличительных признаках минералов олова, других рудных и породообразующих минералов: плотности, радиометрической и флотационной контрастности. В настоящее время ведущими являются гравитационные методы обогащения. Применение предварительного обогащения в тяжелых суспензиях после крупного дробления руды позволяет выделить в голове процесса значительную часть пустых пород и снизить эксплуатационные расходы на последующих обогатительных операциях. Гравитационное обогащение получило широкое распространение и в качестве основной технологии переработки оловянных руд. В этом случае используются развитые многостадийные схемы обогащения, включающие отсадку, обогащение на винтовых и конусных сепараторах, концентрацию на столах и шлюзах, с последовательным выделением оловосодержащих сростков по мере их раскрытия. Доводка черновых концентратов проводится различными методами:

флотацией для выделения сульфидных минералов;

гравитацией для отделения породообразующих минералов;

магнитной и электрической сепарацией для выделения шеелита, вольфрамита, топаза, слюды и др.

Конечными продуктами доводочных операций являются товарные оловянные концентраты с содержанием олова 30–70 %. Для обогащения шламового материала (мельче 0,074 мм) используются как гравитационные, так и флотационные процессы. В шламовые концентраты извлекается до 30 % олова с содержанием до 15 %.

Особенности вещественного состава оловянных руд определяют технологические схемы обогащения и способы доводки черновых концентратов.

Бессульфидные и малосульфидные оловянные руды месторождений грейзенового, кварцевого и силикатного промышленных типов, содержащие менее 10 % сульфидов же-

леза и цветных металлов, в зависимости от крупности вкрапленности минералов олова обогащаются по схеме, включающей:

предварительное обогащение в начале процесса методами радиометрической или тяжелосредной сепарации;

гравитационное обогащение с оптимальным сочетанием гравитационных аппаратов, имеющих различные разделительные характеристики, где каждая предыдущая операция по отношению к последующей является подготовительной, например: отсадка – винтовая сепарация – концентрация на столах;

обогащение шламов с применением шлюзов «Мозли», ленточных концентраторов или флотации. Флотацию шламов проводят на обезыленном материале $-74 +10$ мкм в кислой среде при pH 3,5–5,5. В качестве собирателей применяют «Аспарал-Ф», ИМ-50, «Флогол-7,9» и др. Реагенты-регуляторы – жидкое стекло, кремнефтористый натрий;

доводку черновых оловянных концентратов методами флотогравитации и магнитной сепарации.

Товарными продуктами являются: высокосортный оловянный концентрат, содержащий 40–60 % олова при извлечении 75–85 %, и шламовый концентрат, содержащий 5–8 % олова при извлечении 5–7 %.

Сульфидные оловянные руды месторождений сульфидного, реже силикатного промышленных типов характеризуются высокой комплексностью. Они содержат промышленные концентрации олова в виде касситерита, станнина и сульфостаннатов, сульфиды цветных металлов – меди, цинка, свинца, серебра, редкие и рассеянные элементы (индий, скандий и др.). В зависимости от минерального состава и количества сульфидов, а также степени их взаимного прорастания и дисперсности в промышленной практике применяются три варианта схем обогащения:

при значительной доле (более 10%) сульфидных и сульфосольных минералов олова применяется гравитационное обогащение с получением коллективного оловянно-сульфидного концентрата и последующей доводкой его методами селективной флотации и магнитной сепарации. Товарные продукты: зернистый (30–40 % Sn) и шламовый (5–8 % Sn) оловянные концентраты с общим извлечением 65–75 %; медный, свинцовый и цинковый концентраты с извлечением 75–80 %. Серебро, редкие и рассеянные элементы извлекаются из концентратов при металлургической переработке;

при меньшем количестве сульфидных и сульфосольных минералов олова и преобладании касситерита в голове схемы проводится флотация сульфидов. Из хвостов флотации с использованием разветвленных схем гравитационного обогащения выделяется оловянный концентрат. Товарные медные, свинцовые и цинковые концентраты получают методами селективной флотации. Извлечение олова составляет 65–70 %, цветных металлов 65–85 %;

тонкодисперсные сульфидные оловянные руды флотируются с получением коллективного концентрата, который направляется на пирометаллургическую переработку (хлоридовозгонка, фьюмингование). При выходе концентрата 15–25 % с содержаниями олова 5–8 %, меди 3–5 %, свинца 7–8 %, цинка 8–10 % и серебра 200–300 г/т извлечение каждого элемента составляет 80–85 %.

При суммарном содержании сульфидов и сульфосолей олова и цветных металлов от 7–10% комплексные тонкодисперсные оловянные руды перерабатываются без механического обогащения прямыми пирометаллургическими методами.

Апоскарновые оловянные руды. Переработка этих руд вследствие их трудной обогатимости до настоящего времени не получила распространения в отечественной промышленности. Опытные работы проводились по схеме с радиометрическим предобогащением, флотацией и хлоридовозгонкой коллективных концентратов или в варианте фьюмингова-

ния концентратов радиометрической сепарации. Обоганительные фабрики по переработке апоскарновых оловянных руд известны в Великобритании, Китае, Австралии и других странах.

Окисленные сульфидно-оловянные руды характеризуются высокой комплексностью. Содержания олова, меди, свинца, сурьмы, мышьяка в отдельных месторождениях достигают 1–5 % (каждого элемента). Однако вследствие высокой дисперсности вкраплений и сложных минеральных форм основных рудных минералов использование механических методов обогащения не обеспечивает получения качественных оловянных концентратов. Они дорабатываются металлургическим способом (фьюмингование, хлоридовозгонка). Для окисленных малосульфидных руд с высокими содержаниями гидростаннатов и варламовита основным методом обогащения является высокоградиентная магнитная сепарация.

Для более полного и комплексного использования оловянных руд наряду с дальнейшим совершенствованием традиционных методов обогащения (гравитации, флотации) перспективно применение комбинированных обогачительно-металлургических схем с использованием фьюмингования, различных методов хлорирования, кивцетной плавки, вакуумного рафинирования, центрифугирования, автоклавного и бактериального выщелачивания, позволяющих помимо касситерита извлекать большую гамму попутных компонентов при переработке сложных олово-полиметаллических руд, бедных концентратов и промпродуктов обогащения, в том числе – содержащих мышьяк.

40. Качество оловянных концентратов должно в каждом конкретном случае регламентироваться договором между поставщиком (рудником) и металлургическим предприятием или должно соответствовать существующим стандартам и техническим условиям. Для сведения в табл. 5 в качестве ориентировочных приведены технические требования к оловянным концентратам в бывшем СССР.

Существующая промышленная технологическая схема переработки оловянных концентратов предусматривает после доводки, обжига и выщелачивания плавку концентрата в электропечах и переработку низкосортных продуктов доводки способом фьюмингования с последующей плавкой фьюминговых возгонов в электропечах.

41. В результате исследований технологические свойства руд должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования и технико-экономического обоснования схемы переработки с комплексным извлечением содержащихся в рудах компонентов, имеющих промышленное значение.

Таблица 5

Марки оловянных концентратов, требования к химическому составу и области применения

Марка, сорт	Наименование и характеристика	Содержание, %								Область применения	
		олова не менее	примесей, не более								
			Pb	As	S	Cu	Zn	F	WO ₃		
КО-1 КО-2	Концентрат оловянный гравитационный	60 45	2 2	0,3 0,3	0,3 0,3	Не нормируется			3 3	Для плавки на черновое олово первого сорта или доводки	
КОЗ-1 КОЗ-2	Концентрат оловянный зернистый гравитационный	30 15	2 2	10 10	Не нормируется			5 5	Для обогащения на доводочных фабриках		
КОШ-1 КОШ-2 КОШ-3	Концентрат оловянный шламовый гравитационный или флотационный	15 8 5	2 2 3	2 1,5 0,5	8 8	0,5 0,5	3 3	Не нормируется		5 5 5	Для плавки на черновое олово второго сорта или фьюмингования
КОС-1 КОС-2 КОС-3	Концентрат оловянный свинцовистый гравитационный или флотационный	15 8 5	5 5 Не нормируется	2 1,5 0,5	15 15	0,5 0,5	3 3	0,5 0,5	5 5 5	Для плавки на черновой оловянно-свинцовый сплав или фьюмингования	
					Не нормируется			0,5			
<p>Примечание. Требования по мышьяку и фтору в концентратах обогащения регламентируются потребителями.</p>											

Промышленные (технологические) типы и сорта руд должны быть охарактеризованы по предусмотренным кондициям показателям, установлены особенности их при добыче и определены основные технологические показатели обогащения или передела (выход концентратов, их характеристика, извлечение ценных компонентов в отдельных операциях, сквозное извлечение и др.). Качество продуктов переработки должно соответствовать существующим стандартам и техническим условиям.

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 концентрате и хвостах. Показатели переработки сравнивают с показателями, получаемыми на современных обогатительных фабриках по переработке оловянных 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.

Должен быть определен объем потребления технической воды, изучена возможность использования оборотных вод и отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме переработки минерального сырья, даны рекомендации по очистке промстоков, а также предусмотрено складирование отходов крупнокускового и глубокого обогащения, оценена возможность их использования для производства строительных материалов при рекультивации земель с учетом перспектив ввода их в сельскохозяйственный оборот.

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

42. Гидрогеологическими исследованиями должны быть изучены основные водоносные горизонты, которые могут участвовать в обводнении месторождения, выявлены наиболее обводненные участки и зоны и решены вопросы использования или сброса рудничных вод. По каждому водоносному горизонту следует установить его мощность, литологический состав, типы коллекторов, условия питания, взаимосвязь с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами, положение уровней подземных вод и другие параметры, определить возможные водопритоки в эксплуатационные горные выработки, проходка которых предусмотрена в технико-экономическом обосновании (ТЭО) кондиций, и разработать рекомендации по их защите от подземных вод. Необходимо также:

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

рального сырья.

Утилизация подземных дренажных вод предполагает подсчет эксплуатационных запасов. Подсчет эксплуатационных запасов этих вод производится 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.

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

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

Инженерно-геологическими исследованиями должны быть изучены физико-механические свойства руд, рудовмещающих пород и перекрывающих отложений, определяющие характеристику их прочности в естественном и водонасыщенном состоянии, инженерно-геологические особенности массивов пород месторождения и их анизотропия, состав пород, их трещиноватость, тектоническая нарушенность, текстурные особенности, закарстованность, разрушенность в зоне выветривания; охарактеризованы современные геологические процессы, которые могут осложнить разработку месторождения. В районах с развитием многолетнемерзлых пород следует установить температурный режим пород, положение верхней и нижней границ мерзлотной толщи, контуры и глубины распространения таликов, характер изменения физических свойств пород при оттаивании, глубину слоя сезонного промерзания и оттаивания.

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.

44. Разработка месторождений оловянных 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 горно-технических показателей, схем добычи руды и обосновывается в ТЭО кондиций.

45. 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.

46. Должны быть определены факторы, влияющие на здоровье человека (пневмоко-низоопасность, повышенная радиоактивность, геотермические условия и др.).

47. По районам новых месторождений необходимо указать местоположение площа-дей с отсутствием залежей полезных ископаемых, где могут быть размещены объекты производственного и жилищно-гражданского назначения, хвостохранилища и отвалы пу-стых пород. Следует дать рекомендации по разработке мероприятий по охране недр, пре-дотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивации земель, привести данные о наличии местных строительных материалов и возможности использования в качестве их вмещающих и вскрышных пород месторождения.

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

Экологическими исследованиями должны быть: установлены фоновые параметры со-стояния 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 тер-риторий, загрязнение поверхностных и подземных вод, почв рудничными водами и пром-стоками, воздуха выбросами в атмосферу и т. д.), объемы изъятия для нужд производст-ва природных ресурсов (лесных массивов, воды на технические нужды, земель для разме-щения основных и вспомогательных производств, отвалов вскрышных и вмещающих гор-ных пород, некондиционных руд и т. д.); оценены характер, интенсивность, степень и опасность воздействия, продолжительность и динамика функционирования источников за-грязнения и границы зон их влияния, даны рекомендации по проведению природоохран-ных мероприятий.

Специфика техногенных источников воздействия месторождений оловянных руд оп-ределяется горным (подземным и открытым) способом разработки, применением флотации в качестве одного из ведущих методов обогащения, присутствием в руде и продуктах пе-реработки в качестве примесей вольфрама, редких металлов, висмута, свинца, цинка, меди, сурьмы, серебра, индия, кадмия, скандия.

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

Должны быть даны рекомендации по разработке мероприятий по охране недр, пре-дотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивации земель.

49. Гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия должны быть изучены с детальностью, обес-печивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разра-ботки месторождения. При особо сложных гидрогеологических и горнотехнических усло-виях разработки, требующих постановки специальных работ, направление, объемы, сроки и порядок проведения исследований согласовываются с недропользователями и проектны-ми организациями.

50. Другие полезные ископаемые, образующие во вмещающих и перекрывающих по-родах самостоятельные залежи, должны быть изучены в степени, позволяющей определить их промышленную ценность и область возможного использования в соответствии с «Реко-мендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных по-лезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном по-рядке.

VI. Подсчет запасов

51. Подсчет и квалификация по степени разведанности запасов месторождений оловянных 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.

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

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

однородностью геологического строения, 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 рудных тел или промышленных (технологических) типов и сортов руд количество и качество балансовых и забалансовых руд (и их промышленных типов) в подсчетном блоке определяются статистически.

53. При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику месторождений оловянных руд.

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

Запасы категории В при разведке подсчитываются только на месторождениях 2-й группы. К ним относятся запасы, выделенные на участках детализации или в пределах других частей рудных тел, степень разведанности которых 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 штокверковых месторождениях, где объем руды определяется с использованием коэффициента рудоносности, к категории В могут быть отнесены блоки, в пределах которых коэффициент рудоносности выше, чем средний по месторождению, установлены изменчивость рудонасыщенности в плане и на глубину, закономерности пространственного положения, типичные формы и характерные размеры участков кондиционных руд в степени, позволяющей дать оценку возможности их селективной выемки.

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

К категории С₁ относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть разведочных выработок, а достоверность по-

лученной при этом информации подтверждена на разрабатываемых месторождениях данными эксплуатации, на новых месторождениях – результатами, полученными на участках детализации. При невозможности геометризации и оконтуривания промышленных (технологических) типов руд количество и качество их в подсчетном блоке определяются статистически. На штокверковых месторождениях при невозможности геометризации рудных тел количество и качество балансовых, забалансовых и промышленных типов руд в подсчетном блоке определяется статистически.

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

Возможность использования этих запасов для проектирования следует обосновать аналогией геологических особенностей их залегания с запасами более высоких категорий и подтвердить результатами перевода запасов категории C_2 в более высокие категории на представительных детально разведанных участках месторождения.

54. Запасы подсчитываются отдельно по категориям разведанности, способом отработки (карьерными, штольневыми горизонтами, шахтами), выделенным промышленным (технологическим) типам и сортам руд и их экономическому значению (балансовые, забалансовые). При невозможности оконтуривания количественные соотношения различных промышленных (технологических) типов и сортов руд определяются статистически. При разделении запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительного классификационного показателя могут использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчитанных параметров.

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

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

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

более детально разведывать.

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

56. 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.

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

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

В материалах сопоставления должны быть приведены контуры утвержденных ранее органами госэкспертизы и погашенных запасов (в том числе добытых и оставшихся в целиках), списанных как неподтвердившиеся, 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 данными разработки 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 доразведки и эксплуатационной разведки и оценка достоверности результатов, полученных при проведении этих работ.

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

59. 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, линейных содержаний) и их оценивания, с установлением амплитуды возможных ошибок.

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

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

При построении блочной геостатистической модели месторождения максимально возможный размер элементарного подсчетного блока выбирается исходя из планируемой технологии добычи, минимальный определяется плотностью созданной на месторождении разведочной сети наблюдений (не рекомендуется принимать размер сторон элементарного блока менее $1/4$ 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 ископаемого в эксплуатационных 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 строго контролируемы в своем применении и подчинены особенностям геологического строения месторождения. Результаты геостатистического моделирования и оценивания должны проверяться (сравниваться) с результатами традиционных методов подсчета запасов на представительных участках.

60. При компьютерном подсчете запасов с использованием традиционных методов рекомендуется использовать программные комплексы, обеспечивающие возможность просмотра, проверки и корректировки исходных данных (координаты разведочных выработок, данные инклинометрии, отметки литолого-стратиграфических границ, результаты опробо-

вания, планы опробования, параметры кондиций и др.), результатов промежуточных расчетов и построений (каталог рудных пересечений, выделенных в соответствии с кондициями; геологические разрезы или планы с контурами промышленного оруденения; проекции рудных тел на горизонтальную или вертикальную плоскость; каталог подсчетных параметров по блокам, уступам, разрезам) и сводных результатов подсчета запасов. Выходная документация и машинная графика должны отвечать существующим требованиям к этим документам по составу, структуре, форме и др.

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

62. 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.

63. На оцененных месторождениях оловянных 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 ок-

ружающую 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 взаимоотношения). 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, 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.

64. 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.

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_z , обрисовывающих общую границу сложного объекта):

$$q = \frac{N_p}{N_p + N_b + N_z} \cdot \quad (1.2)$$

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

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

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

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-я	0,9–1,0	0,8–0,9	< 40	< 40
2-я	0,7–0,9	0,6–0,8	40–100	40–100
3-я	0,4–0,7	0,4–0,6	100–150	100–150
4-я	< 0,4	< 0,4	> 150	> 150

Решение по отнесению месторождения к конкретной группе принимается по совокупности всей геологической информации с учетом показателя, характеризующего высшую изменчивость формы или содержания.