

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

Литиевые и цезиевые 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. Литиевые и цезиевые 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 литиевых и цезиевых 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 и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых в отношении литиевых и цезиевых 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. Литий – серебристо-белый металл (на воздухе быстро тускнеет), отличающийся необычайной легкостью (плотность его самая низкая из всех металлов – $0,53 \text{ г/см}^3$), большой теплоемкостью (близкой к удельной теплоемкости воды), исключительной реакционной способностью, легко образует сплавы с бериллием, магнием, алюминием, медью, свинцом.

В XIX в. литий применялся в ограниченном количестве в медицине. Исключительное значение он приобрел в 50-х гг. XX в., когда было установлено, что изотоп ^6Li может служить источником получения трития, необходимого для осуществления термоядерных процессов. Потенциальный крупный потребитель лития – энергетические установки, реализующие управляемую реакцию термоядерного синтеза, будущие основные источники энергии. В последние годы ведущей областью применения лития стала алюминиевая промышленность – добавки 3–5 % карбоната лития в алюминиевые электролизеры снижают расход электроэнергии на 20 % (в общей сложности) и сокращают не менее чем на 25 % эмиссию фторидов в окружающую среду.

Литий (в виде обезжелезненного сподумена, петалита и карбоната лития) – традиционный компонент специальных видов керамики, стекла и ситаллов.

Литиевые соли жирных кислот служат основой высококачественных консистентных смазок, работающих в широком температурном диапазоне (от -60 до $+60$ °С).

Весьма перспективным направлением использования металлического лития становятся алюминиевые сплавы (96 % Al, 3 % Li и ряд других компонентов) для авиационной и аэрокосмической промышленности; добавка лития к авиационным алюминиевым сплавам на 10 % снижает массу конструкций и тем самым на 20 % на единицу массы повышает эффективность эксплуатации самолета.

В электротехнической промышленности литий используется в ХИТах (химических источниках тока) – компактных электрических батареях для электронных часов, стимуляторов сердечной деятельности, устройств памяти в ЭВМ, фото- и

кинокамер. Гигроскопические соединения лития эффективно применяются в установках кондиционирования воздуха (гидроксид лития входит в системы жизнеобеспечения космонавтов), в производстве глазурей, жаростойких эмалей для реактивных и турбореактивных двигателей, высокопрочных цементов, лаков и красок, а также в медицине (карбонат лития) и ряде других областей.

Структура мирового потребления лития по областям применения и видам товарных продуктов такова (%): производство алюминия, стекла и керамики – 48 (карбонат лития); консистентные смазки – 20 (гидроксид лития); стекло, керамика – 15 (минеральные концентраты); кондиционирование и очистка воздуха и газов – 9 (соли лития); аккумуляторные батареи, сплавы – 5 (металл); катализаторы для получения каучука – 2 (бутил-литий); фармацевтика и прочие области применения – 1.

Цезий – блестящий металл белого цвета с желтоватым оттенком, самый мягкий из всех металлов, имеющий плотность $1,87 \text{ г/см}^3$, самую низкую температуру плавления ($+28,5 \text{ }^\circ\text{C}$), обладающий уникальными свойствами – из всех металлов он наиболее легко ионизируется при облучении солнечными или космическими лучами; при нагревании цезий становится источником потока электронов, на чем основано производство фотоэлементов, фотоэлектронных умножителей электронно-оптических преобразователей, солнечных батарей. Это свойство, наряду с большой атомной массой (132,91) и низкой температурой кипения, открывает перспективы использования цезия в качестве топлива в ионных ракетных двигателях для космических полетов, а также для повышения эффективности работы плазменных генераторов, т. е. непосредственного преобразования тепловой энергии в электрическую, что осуществляется в магнетогидродинамических (МГД) генераторах и термоэлектронных преобразователях (ТЭП).

4. Среднее содержание в земной коре лития – $2,7 \cdot 10^{-3} \%$, цезия – $3,7 \cdot 10^{-4} \%$. Литий входит в состав 86 минералов, в основном силикатов и фосфатов, но извлекается он преимущественно из сподумена (примерно 80 % всех запасов лития в эндогенных месторождениях связаны со сподуменовыми рудами); цезий образует свой собственный минерал – поллуцит, в изоморфной форме входит в состав минералов с благоприятной для этого структурой (слюды, бериллы, астрофиллит), а также цезиевый биотит, содержащий до 4–6 % Cs_2O (таблица 1). Минералы лития и цезия характеризуются высокой изменчивостью содержаний как основных компонентов, так и элементов-примесей в пределах отдельных рудных тел и месторождений в целом.

Таблица 1

Важнейшие промышленные минералы лития и цезия

Минерал	Структурно-химическая формула	Содержание Li_2O , Cs_2O , %	Элементы-примеси	Плотность, г/см^3
1	2	3	4	5
Минералы лития				
Сподумен	$\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$	Li_2O 5,9–7,6	Rb, Cs, Ga, Sn	3,1–3,2
Амблигонит	$\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$	Li_2O 7,6	Sn, Ga, Be, Ta	3,0–3,1
Монтебразит	$\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{OH}$	Li_2O 7,0–9,0	–	3,0–3,1
Петалит	$\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$	Li_2O 3,4–4,1	Ba, Sr	2,4
Эвкрипит	LiAlSiO_4	Li_2O 6,1	Ba, Sr, Ga, Be, Sn	2,6–2,7

1	2	3	4	5
Лепидолит	$\text{KLi}_{1,5}\text{Al}_{2,5}\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{F}, \text{OH})_2 - \text{K}_2\text{Li}_3\text{Al}_5\text{Si}_6\text{O}_{20}(\text{F}, \text{OH})_4$	Li_2O 4,1–5,5	Ge, Tl, Ga, Rb, Cs	2,8–2,9
Циннвальдит	$\text{KLiFeAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}\text{F}_2$	Li_2O 2,9–4,5	Rb, Cs, Be	2,9–3,2
Полилитионит	$\text{KLi}_2\text{AlSi}_4\text{O}_{10}(\text{F}, \text{OH})_2$	Li_2O 5,5–8,8	Rb	2,8
Минералы цезия				
Поллуцит	$\text{CsAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Cs_2O 20–36,1	Rb, Be, Li	2,8–2,9
Цезиевый биотит	$(\text{K}, \text{Cs}, \text{Rb})(\text{Fe}, \text{Mg})_3 [\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{F}, \text{OH})_2$	Cs_2O до 6	Li, Ga, Rb	3,0–3,1

5. Основными сырьевыми источниками лития в России являются редкометалльные пегматиты и граниты, содержащие сподумен, иногда петалит, лепидолит, реже амблигонит и эвкрипит (табл. 2), а за рубежом – обогащенные литием воды: рапа высохших озер, рассолы подземных, а также сильно испаряющихся водных бассейнов, высокоминерализованные йодобромные нефтяные подземные воды. Попутно литий может извлекаться из различных слюд (циннвальдит, лепидолит, полилитионит) при разработке месторождений в метасоматически измененных гранитах и различных грейзеновых месторождений.

Месторождения лития и цезия в редкометалльных пегматитах подразделяются на два промышленных типа: литиевые и литий-цезий-танталовые месторождения, для которых соответственно основными полезными компонентами при подсчете запасов считаются литий и тантал.

Литиевые месторождения в пегматитах (Завитинское, Колмозерское, Тастыгское в России, Кингс-Маунтин в США) представлены линейно вытянутыми субпараллельными крутопадающими жилами пегматитов, протягивающимися на многие сотни метров и километры вдоль зон региональных разломов. Мощность жил изменяется от 0,5–1 до 2–25 м. Вертикальный размах сподуменового оруденения 3–3,5 км. Вмещающими являются различные породы, метаморфизованные до кордиерит-амфиболитовой фации.

Пегматитовые рудные тела характеризуются чаще всего слабо зональным строением, при котором краевые зоны сложены мелко- или среднезернистым кварц-альбитовым или кварц-микрклиновым агрегатом. Размер выделений сподумена в центральной зоне резко увеличивается, достигая нередко 0,5–1,5 м, кристаллы сподумена чаще всего располагаются ориентированно – грубо перпендикулярно поверхностям контактов рудных тел, что следует учитывать при интерпретации опробования скважин. Содержание сподумена в рудах 15–25 %, Li_2O 0,5–1,5 %. Попутными компонентами являются Ta_2O_5 (0,005–0,01 %), BeO (0,04–0,07 %), Sn (0,03–0,08 %) и полевой шпат.

Литий-цезий-танталовые месторождения в пегматитах обычно представлены пологозалегающими плито- или линзообразными рудными телами с зональным внутренним строением и характеризуются неравномерным распределением всех полезных компонентов, особенно поллуцита, обычно приуроченного к раздувам жил. Иногда в этих рудах основным минералом – концентратом лития и цезия является лепидолит (0,3–1,3 % Cs_2O), образующий зачастую линзовидные практически мономинеральные скопления в осевых частях пегматитовых тел. Кроме сподумена и лепидолита литий концентрируется в петалите, эвкриптите, монтебразите, а также в литиевом мусковите. Тантал в этих месторождениях является основным полезным компонентом (0,01–0,04 % Ta_2O_5). Его основными минералами-концентраторами

являются колумбит-танталит, воджинит, микролит. Попутные полезные компоненты – олово и бериллий – присутствуют в содержаниях: Sn 0,04–0,1 %, BeO 0,02–0,07 %.

Таблица 2

Промышленные и потенциально-промышленные типы месторождений лития и цезия

Промышленный тип месторождений	Структурно-морфологический тип и комплекс вмещающих пород	Природный (минеральный) тип руд	Содержание основных компонентов в руде, %	Попутные компоненты	Промышленный (технологический) тип руд*	Примеры месторождений
1	2	3	4	5	6	7
Литиевый в пегматитах	Плитообразный, жильный в габбро-анортозитах, амфиболитах, сланцах, известняках	Сподуменовый	Li ₂ O 0,5–1,5	Ta, Be, Nb, Sn, полевой шпат	Технический тантал-ниобий-бериллий-литиевый (сортировочный, гравитационно-флотационно-гидрометаллургический)	Завитинское, Колмозерское, Тастыгское (Россия), Кинг-Маунтин (США)
Литий-цезий-танталовый в пегматитах	Линзо- и пластообразный, жильный в амфиболитах, кристаллических сланцах и гнейсах	Сподумен-берилл-танталитовый, поллуцит-сподумен-танталитовый, сподумен-воджинит-танталитовый	Ta ₂ O ₅ 0,01–0,04; Cs ₂ O 0,1–0,8; Li ₂ O 0,3–1,5; BeO 0,02–0,07	Nb, Sn, Ga, полевой шпат	Технический бериллий-литий-цезий-танталовый (сортировочный, гравитационно-флотационно-гидрометаллургический)	Вишняковское, Вороньетуновское (Россия), Бакенное (Казахстан), Берник-Лейк (Канада)
Литий-танталовый в сподуменовых гранитах	Куполообразные залежи в апикальной части массивов сподуменовых гранитов	Танталит-сподуменовый	Li ₂ O 0,5–1,0; Ta ₂ O ₅ 0,008–0,014	Nb, Rb, Cs	Технический литий-танталовый (сортировочный, гравитационно-флотационно-гидрометаллургический)	Алахинское (Россия)
* В названии промышленного (технологического) типа отражено хозяйственное (промышленное) назначение конечных продуктов, важнейшая технологическая особенность руд и основные способы переработки.						

Цезий-биотитовые околопегматитовые метасоматиты – значительно менее распространенный тип цезиевых руд – слагают межжильные пространства пегматитовых жильных серий (составляющих всего лишь порядка 10 % объема руд месторождения) и внешние экзоконтактные зоны мощностью первые метры – 10–15 м. Главным рудным минералом – концентратором цезия в них является цезиевый биотит.

Рудные тела, оконтуриваемые по данным опробования, образуют, как правило, линейно вытянутые линзовидные, четковидные залежи.

Литий-танталовые месторождения в сподуменовых гранитах. К этому типу относится недавно выявленное Алахинское месторождение (Республика Алтай). Рудное тело, оконтуренное по бортовому содержанию 0,007 % Ta_2O_5 , образует куполовидную залежь в апикальной части небольшого (площадь выхода 0,4 км²) массива сподуменовых гранитов. Литиевые минералы представлены в основном сподуменом, встречаются также петалит и монтебразит, а танталовые минералы – танталитом и микролитом. В небольшом количестве присутствует поллуцит. Среднее содержание Li_2O в рудах 0,71 %.

За рубежом одним из самых важных природных источников лития является гидроминеральное сырье, которое обеспечивает более 50 % мирового объема производства этого металла. Из четырех природных типов такого сырья на литий за рубежом промышленно освоены поверхностная и близповерхностная рапа соляных и соляных озер (CO_3)-Cl-(K)-Mg-Na гидрохимического типа и рапа соляных озер (SO_4)-Cl-(Mg)-Na типа. Два природных типа глубокозалегающих подземных хлоридных рассолов относят к потенциально-промышленным.

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 основных компонентов месторождения литиевых руд соответствуют в основном 2-й, а месторождения цезиевых руд 3-й и 4-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, представленные линейно вытянутыми крутопадающими сериями жильных рудных тел большой протяженности (1–2 км), невыдержанной мощности, с неравномерным распределением оксида лития (Полмостундровское, Тастыгское месторождения) и крупными ($n \cdot 100 \times n \cdot 100$ м) куполообразными залежами в апикальной части массивов мусковит-сподуменовых гранитов (Алахинское месторождение).

К 3-й группе относятся месторождения (участки) очень сложного геологического строения с рудными телами, представленными жилами, жильными сериями или жилло- и линзообразными метасоматическими залежами небольшой протяженности (50–100 до 500 м), изменчивой мощности, с весьма неравномерным распределением полезных компонентов (месторождение Гольцовое).

К 4-й группе относятся месторождения (участки) весьма сложного геологического строения, представленные мелкими жилами, линзами, телами поллуцитсодержащих пегматитов с чрезвычайно сложным прерывистым гнездообразным распределением рудных скоплений: участки с высокими содержаниями оксида цезия перемежаются с безрудными (месторождение Васин-Мыльк).

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 той или иной группе в ряде случаев могут использоваться количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения (приложение к настоящим Методическим рекомендациям).

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 месторождениях литиевых и цезиевых руд обычно составляются в масштабах 1:1000–1:10 000. Все разведочные и эксплуатационные выработки (канавы, шурфы, шахты, штольни, скважины), профили детальных геофизических наблюдений, а также естественные обнажения рудных тел и минерализованных зон должны быть инструментально привязаны. Подземные горные выработки и скважины наносятся на планы по данным маркшейдерской съемки. Маркшейдерские планы горизонтов горных работ обычно составляются в 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 до 1:25 000 (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 должны быть изучены горными выработками и неглубокими скважинами с применением геофизических и геохимических методов и опробованы с детальностью, позволяющей установить морфологию и условия залегания рудных тел, глубину развития и строение коры выветривания (характер изменения рудных минералов, главным образом сподумена и поллуцита, в гипергенных условиях), особенности изменения вещественного состава, технологических свойств и содержаний основных компонентов и провести подсчет запасов отдельно по промышленным (технологическим) типам.

12. Разведка месторождений на глубину проводится скважинами в сочетании с горными выработками (месторождений очень сложного строения – 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 обеспечивать возможность подсчета запасов на разведанном месторождении по категориям, соответствующим группе сложности его геологического строения. Она определяется исходя из геологических особенностей

рудных тел с учетом возможностей горных, буровых, геофизических средств разведки, а также опыта разведки и разработки месторождений аналогичного типа.

При выборе оптимального варианта разведки следует учитывать степень изменчивости содержаний лития и цезия, характер пространственного распределения литиевых и цезиевых минералов, текстурно-структурные особенности руд (главным образом наличие крупных выделений рудных минералов), а также возможное избирательное истирание зерна при бурении и выкрашивание рудных минералов при опробовании в горных выработках. Следует учитывать также сравнительные технико-экономические показатели и сроки выполнения работ по различным вариантам разведки.

13. По скважинам колонкового бурения должен быть получен максимальный выход зерна хорошей сохранности в объеме, позволяющем выяснить с необходимой полнотой особенности залегания рудных тел и вмещающих пород, их мощности, внутреннее строение рудных тел, характер околорудных изменений, распределение природных разновидностей руд, их текстуры и структуры и обеспечить представительность материала для опробования. Практикой геологоразведочных работ установлено, что выход зерна для этих целей должен быть не менее 70 % по каждому рейсу бурения. Достоверность определения линейного выхода зерна следует систематически контролировать весовым или объемным способом.

Величина представительного выхода зерна для определения содержаний полезных компонентов и мощностей рудных интервалов (особенно для поллуцитовых руд) должна быть подтверждена исследованиями возможности его избирательного истирания, которое может иметь место и при высоком выходе зерна. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования зерна и шлама (по интервалам с их различным выходом) с данными опробования контрольных горных выработок, скважин ударного, пневмоударного и шарошечного бурения, а также колонковых скважин, пробуренных эжекторными и другими снарядами с призабойной циркуляцией промывочной жидкости. При низком выходе зерна или избирательном его истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки. При существенном искажении содержания лития и цезия в зерновых пробах необходимо обосновать величину поправочного коэффициента к результатам зернового опробования на основе данных контрольных выработок.

Для повышения достоверности и информативности бурения необходимо использовать методы геофизических исследований в скважинах, рациональный комплекс которых определяется исходя из поставленных задач, конкретных геолого-геофизических условий месторождения и современных возможностей геофизических методов. Комплекс каротажа, эффективный для выделения рудных интервалов и установления их параметров, 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 применять искусственное искривление скважин. С целью повышения эффективности разведки следует осуществлять бурение многозабойных скважин, а при наличии горизонтов горных работ – вееров подземных скважин. Бурение по руде целесообразно производить одним диаметром.

14. Горные выработки являются основным средством детального изучения условий залегания, морфологии, внутреннего строения рудных тел, их сплошности, вещественного состава руд, контроля данных бурения, геофизических исследований, а также отбора технологических проб.

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

Одно из важнейших назначений горных выработок – установление степени избирательного истирания керна при бурении скважин с целью выяснения возможности использования данных скважинного опробования и результатов геофизических исследований для геологических построений и подсчета запасов. 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 полезных компонентов.

Приведенные в таблице 3 обобщенные сведения о плотности сетей, применявшихся при разведке месторождений литиевых и цезиевых руд в странах СНГ, могут учитываться при проектировании геологоразведочных работ, но их нельзя рассматривать как обязательные. Для каждого месторождения на основании изучения участков детализации и тщательного анализа всех имеющихся геологических, геофизических и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям обосновываются наиболее рациональные геометрия и плотность сети разведочных выработок.

Таблица 3

Сведения о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся при разведке месторождений литиевых и цезиевых руд в странах СНГ

Группа месторождений	Характеристика рудных тел	Виды выработок	Расстояния между пересечениями рудных тел выработками (в м) для категорий запасов			
			В		С ₁	
			по простиранию	по падению	по простиранию	по падению
1	2	3	4	5	6	7
2-я	Линейно вытянутые крутопадающие жильные серии большой протяженности, непостоянной мощности, с неравномерным	Штреки	Непрерывное прослеживание	40–60	–	–
		Орты	40–60	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
	распределением оксида лития	Восстающие	80–120	Непрерывное прослеживание	–	–
		Скважины	100	50	100–200	50–100
3-я	Жильные серии или жило- и линзообразные метасоматические залежи небольшой протяженности, изменчивой мощности, с весьма неравномерным распределением полезных компонентов	Штреки	–	–	Непрерывное прослеживание	20–30
		Орты	–	–	20–30	
		Восстающие	–	–	60–80	Непрерывное прослеживание
		Скважины	–	–	40–50	40–50
4-я*	Мелкие жилы, линзы, тела поллуцитсодержащих пегматитов с чрезвычайно сложным прерывистым гнездообразным распределением рудных скоплений	Штреки	–	–	Непрерывное прослеживание	10–15
		Орты	–	–	20	–
		Восстающие	–	–	Не менее одного пересечения по каждому телу	
		Скважины	–	–	20–25	20–25
<p>*Использованы сведения о плотности разведочной сети для мелких рудных тел, характеризующихся исключительно сложным строением и прерывистым распределением оксида цезия. Примечание. Плотность сети разведочных выработок категории С₂ для оцененных месторождений принимается в 2–3 раза реже, чем для категории С₁.</p>						

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

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

Участки детализации должны отражать особенности условий залегания и форму рудных тел, вмещающих основные запасы месторождения, а также преобладающее качество руд. По возможности они располагаются в контуре запасов, подлежащих первоочередной отработке. В тех случаях, когда участки, намеченные к первоочередной отработке, 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 отдельном случае недропользователем.

Для месторождений с прерывистым оруденением, оценка запасов которых производится без геометризации конкретных рудных тел, в обобщенном контуре, с использованием коэффициентов рудоносности, на основании определения

пространственного положения, типичных форм и размеров участков кондиционных руд, а также распределения запасов по мощности рудных интервалов должна быть оценена возможность их селективной выемки.

Полученная на участках детализации геологическая информация используется для обоснования группы сложности месторождения, подтверждения соответствия принятой методики 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 месторождений в целом. На разрабатываемых месторождениях для этих целей используются данные эксплуатационной разведки и разработки.

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 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).

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, а также применяемых технических средств разведки производится на ранних стадиях оценочных и разведочных работ, исходя из конкретных геологических особенностей месторождения, физических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород, а также применяемых технических средств разведки.

На месторождениях литиевых и цезиевых руд, при соответствующем обосновании, 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 они должны быть сопоставлены по точности результатов и достоверности. При выборе геологических способов опробования (керновый, бороздовый, задирковый и др.), определении качества отбора и обработки проб, оценке достоверности методов 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 условий:

сеть опробования должна быть выдержанной, плотность ее определяется геологическими особенностями изучаемых участков месторождения и обычно устанавливается исходя из опыта разведки месторождений-аналогов или обосновывается 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 следует проводить непрерывно, на полную мощность рудного тела с выходом во вмещающие породы на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с кондициями в промышленный контур: для рудных тел без видимых геологических границ – во всех разведочных выработках, а для рудных тел с четкими геологическими границами – по разреженной сети выработок. В канавах, шурфах, траншеях кроме коренных выходов руд должны быть опробованы и продукты их выветривания;

природные разновидности руд и минерализованных пород 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 кондициями минимальную мощность для выделения типов или сортов руд, а также максимальную мощность внутренних пустых и некондиционных прослоев, включенных в контуры руд.

Способ отбора проб в буровых скважинах (керновый, шламовый) зависит от используемого вида и качества бурения. При колонковом бурении должны быть установлены минимально допустимый для подсчета запасов выход керна, а величина линейного выхода керна – систематически контролироваться весовым (сравнением теоретической и фактической массы керна) или объемным способом. При этом интервалы с разным выходом керна опробуются отдельно, при наличии избирательного истирания керна опробованию подвергается как керна, так и измельченные продукты бурения (шлам, пыль и др.), мелкие продукты отбираются в самостоятельную пробу с того же интервала, что и кернавая проба, обрабатываются и анализируются отдельно. При весьма неравномерном распределении рудных минералов деление керна при опробовании не производится.

В горных выработках, пересекающих рудное тело на всю мощность, и в восстающих опробование должно проводиться по двум стенкам, в выработках, пройденных по простиранию рудного тела, – в забоях. Расстояние между опробуемыми забоями в прослеживающих выработках обычно не превышает 1 м (увеличение шага опробования должно быть подтверждено экспериментальными данными). В горизонтальных горных выработках при крутом залегании рудных тел все пробы размещаются на постоянной, заранее определенной высоте. Принятые параметры проб необходимо обосновать экспериментальными работами. Должны быть проведены работы по изучению возможного выкрашивания рудных минералов (сподумена, лепидолита, поллуцита и др.) при принятом способе опробования.

Результаты геологического и геофизического опробования скважин и горных

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

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

Точность бороздового опробования следует контролировать сопряженными бороздами того же сечения, кернового опробования – 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 данных геологического и геофизического опробования при высоком выходе керна по опорным интервалам, для которых доказано отсутствие его избирательного 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, руководствуясь соответствующими методическими документами. Для этой цели необходимо также использовать данные технологических проб, валовых проб, отобранных для определения объемной массы в целиках, и результаты обработки 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. При обработке проб с резко различающимися содержаниями рудных минералов необходимо регулярно контролировать чистоту поверхностей дробильного оборудования.

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 компоненты, содержание которых учитывается при оконтуривании рудных тел по мощности. Попутные полезные компоненты и вредные примеси определяются обычно по групповым пробам.

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

Для выяснения степени изменения первичных руд и установления в зоне гипергенеза границы коры выветривания должны выполняться фазовые анализы.

24. Качество анализов проб необходимо систематически проверять, а результаты контроля своевременно обрабатывать в соответствии с методическими указаниями НСАМ, НСОММИ и руководствуясь ОСТ 41-08-272-04 «Управление качеством аналитических работ. Методы геологического контроля качества аналитических работ», утвержденным ВИМС (протокол № 88 от 16 ноября 2004 г.). 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, не позднее следующего квартала.

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

Пробы, направляемые на внутренний и внешний контроль, должны характеризовать все разновидности руд месторождений 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 анализов (квартал, полугодие, год).

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

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.

Таблица 4

Предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности анализов по классам содержаний

Компонент	Класс содержаний компонентов в руде*, %	Предельно допустимая относительная среднеквадратическая погрешность, %	Компонент	Класс содержаний компонентов в руде*, %	Предельно допустимая относительная среднеквадратическая погрешность, %
1	2	3	4	5	6
Li ₂ O	>1	7	Ta ₂ O ₅	0,01–0,02	25
	0,5–1	10		0,005–0,01	30
	0,2–0,5	13		<0,005	30
	0,1–0,2	17	Nb ₂ O ₅	0,1–0,2	16
	0,05–0,1	22		0,05–0,1	20
Cs ₂ O	>1	12		0,02–0,05	23
	0,5–1	15		<0,02	30
	0,2–0,5	17	Sn	0,1–0,2	15
	0,1–0,2	22		0,05–0,1	20
	0,05–0,1	25		0,025–0,05	25
Rb ₂ O	>1	12		<0,025	30
	0,5–1	15	K ₂ O	>5	6,5
	0,2–0,5	17		1–5	11
	0,1–0,2	22		0,5–1	15
	0,05–0,1	25		<0,5	30

1	2	3	4	5	6
BeO	0,2–0,5	10	Na ₂ O	>25	4,5
	0,1–0,2	12		5–25	6
	0,05–0,1	15		0,5–5	15
	0,02–0,05	20		<0,5	30
	0,01–0,02	22			

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

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

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

Особое внимание уделяется литийсодержащим (главным образом, сподумен и петалит) и цезийсодержащим (поллуцит) минералам, определению их количества и химического состава, выяснению их взаимоотношений между собой и с другими минералами (наличие и размеры сростков, характер срастания), размеров зерен и их распределения по крупности. Учитывая непостоянство состава минералов лития и цезия, следует изучать их изменчивость (в основном по содержанию Li₂O и Cs₂O) по рудным телам и месторождению в целом.

В процессе минералогических исследований должно быть изучено распределение основных, попутных компонентов и вредных примесей и составлен их баланс по формам минеральных соединений, обеспечивающий расчет теоретически возможного извлечения и подсчет запасов полезных компонентов в извлекаемой форме (сподумене, петалите, лепидолите, поллуците).

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

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

Достоверность определения объемной массы по образцам должна быть подтверждена методом выемки целиков или исследованиями целиков геофизическими 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 селективной выемке и отдельной переработке.

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

IV. Изучение технологических свойств руд

33. 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 со стандартом Российского геологического общества – СТО РосГео 09-001–98 «Твердые полезные ископаемые и горные породы. Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ», утвержденным и введенным в действие постановлением Президиума Исполнительного комитета Всероссийского геологического общества (от 28 декабря 1998 г. №17/6)

34. В процессе технологических исследований целесообразно изучить возможность предобогащения и (или) разделения на сорта добытой руды с использованием крупнопорционной сортировки горнорудной массы в транспортных емкостях, а для руд с высоким выходом кусковой фракции (–200 +20 мм) – возможность их радиометрической сепарации.

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

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

Минералого-технологическими и малыми технологическими пробами 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 составляются геолого-технологические карты, планы и разрезы.

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

Полупромышленные технологические пробы служат для проверки технологических схем и уточнения показателей обогащения руд, полученных на лабораторных пробах. Полупромышленные технологические испытания проводятся в соответствии с программой, разработанной организацией, выполняющей технологические исследования, совместно с недропользователем и согласованной с проектной организацией. Отбор проб производится по специальному проекту.

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

36. При исследовании исходной руды или промпродукта радиометрической сепарации и отсева, используя методы и приемы технологической минералогии, изучают степень их окисленности, минеральный состав, структурные и текстурные особенности, а также физические и химические свойства минералов и минеральных комплексов, степень контрастности этих свойств. Определяют дробимость, степень раскрытия минеральных фаз, промываемость руды, проводят ситовый и гравитационный анализы узких классов мытой руды и шламов промывки, магнитный анализ мелких классов. Выбирается технологическая схема обогащения, устанавливается число стадий и стадийная крупность измельчения. Определяются способы обогащения и доводки концентратов и промпродуктов, содержащих попутные компоненты.

37. Технологические свойства руд литиевых и цезиевых месторождений зависят от их минерального состава, размера зерен рудообразующих минералов или их агрегатных скоплений, текстурно-структурных особенностей и содержаний Li_2O и Cs_2O в рудах.

Для получения товарной продукции все руды подвергаются обогащению. Качество концентратов должно в каждом конкретном случае регламентироваться договором между поставщиком (рудником) и металлургическим предприятием или соответствовать существующим стандартам и техническим условиям.

В промышленности для обогащения литиевых руд применяются следующие методы:

сподумен, петалит и поллуцит, представленные крупными кристаллами (класс +25 мм), извлекаются в товарные концентраты путем ручной рудоразборки или другими простыми методами обогащения.

для сподуменных руд (при отсутствии других минералов со способностью декрипитироваться – альбита, флюорита, кальцита, слюды и др.) используется термическое обогащение. Сырье крупностью от 50–20 до 0,2–0,3 мм обжигается при температуре 1000–1200 °С в течение 1–2 ч, резко охлаждается и измельчается с получением литиевого концентрата;

обогащение мелковкрапленных литиевых руд, в частности, сподуменных, содержащих 1–1,2 % Li_2O , производится методом флотации или с помощью тяжелых суспензий. Перспективно применение обогащения в тяжелых суспензиях в качестве предварительной операции для удаления части пустой породы перед флотацией. Флотация, являющаяся в настоящее время основным методом обогащения собственно литиевых и комплексных руд, применяется в трех вариантах: прямая, обратная и коллективная.

Для переработки комплексных руд эти методы сочетаются в виде комбинированных схем, дополняемых в некоторых случаях магнитной сепарацией и гравитационными методами

Используются литиевые концентраты различного качества: сподуменные с содержанием Li_2O 4,5–6 %, лепидолитовые – 3–4 %, петалитовые – 2,5–3,5 %, амблигонитовые – 7–8 %. По существующим стандартам сподуменные концентраты должны содержать не менее 4 % Li_2O .

Ведущим методом обогащения цезиевых руд также является флотация – прямая или обратная. Переработка цезий-биотитовых руд более трудоемка, чем поллуцитовых. Она, как правило, включает флотацию в сочетании с химико-металлургическими процессами (циклонно-экстракционным, сернокислотного выщелачивания).

Технико-экономические показатели переработки всех типов руд улучшаются с введением сортировки радиометрическими методами.

38. В результате исследований должны быть подтверждены правильность проведения геолого-технологической типизации руд (при необходимости заново интерпретируется геолого-технологическое картирование), определены минеральный и химический состав исходной руды и продуктов обогащения, представлены данные по промывке, дробимости и измельчаемости руд и необходимой степени измельчения материала, данные ситовых анализов исходной руды и продуктов обогащения, сведения о плотности, насыпной массе и влажности исходной руды и продуктов обогащения; определены технологические показатели переработки: для радиометрического обогащения – выход концентрата, промпродуктов и хвостов, извлечение и содержание в них лития и цезия и попутных компонентов, коэффициент обогащения; для процессов гравитации, магнитной сепарации и флотации – выход концентрата, его качество (содержание лития, цезия, других полезных компонентов и вредных примесей), а также метод переработки концентрата, извлечение лития и цезия и других полезных компонентов в отдельных операциях и сквозное их извлечение, расход реагентов, объем и характеристика (гранулярный состав, остаточная концентрация реагентов) продуктов, направляемых в хвостохранилище, необходимость и способы обезвреживания промстоков.

Достоверность данных, полученных в результате полупромышленных испытаний, оценивают на основе технологического и товарного баланса. Разница в массе металла между этими балансами не должна превышать 10 %, и она должна быть распределена

пропорционально массе металла в концентратах и хвостах. Показатели переработки сравнивают с показателями, получаемыми на современных обогатительных фабриках и предприятиях по переработке литиевых и цезиевых руд и концентратов.

39. 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 руд и концентратов, а также установить условия, возможность и экономическую целесообразность их извлечения.

Должна быть изучена возможность использования оборотных вод и отходов, получаемых по рекомендуемой технологической схеме: переработки шламов для микроудобрений; даны рекомендации по очистке промстоков.

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

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

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

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

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

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

оценить возможные источники хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающие потребность будущих предприятий по добыче и переработке минерального сырья.

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

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

41. 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 состояниях; инженерно-геологические особенности массива 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.

Учитывая, что месторождения лития и цезия связаны в основном с гранитами, пегматитами – комплексами пород, характеризующимися высокой прочностью и хрупкостью, особое внимание следует уделить оценке тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости, мощности, степени и характеру дробления пород и руд заполнителя нарушений, оценке возможности водопритоков по нарушениям, как по простиранию, так и падению, оценке структурной блочности массива.

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

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

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

42. Разработка месторождений лития и цезия 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. Применяемые способы разработки зависят от горно-геологических условий залегания рудных тел, принятых горнотехнических показателей, схем добычи руды и обосновываются в ТЭО разведочных кондиций.

43. Основная цель экологических исследований заключается в информационном обеспечении проекта освоения месторождения в части природоохранных мер. Наибольшая экологическая опасность при разведке, добыче и переработке литиевых и цезиевых руд связана с присутствием в них примесей высокотоксичного ВеО в пылях,

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

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

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

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

46. 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.

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

48. Другие полезные ископаемые, образующие во вмещающих и перекрывающих породах самостоятельные залежи, должны быть изучены в степени, позволяющей определить их промышленную ценность и область возможного использования в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

VI. Подсчет запасов

49. Подсчет и квалификация по степени разведанности запасов месторождений литиевых и цезиевых 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.

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

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

однородностью геологического строения, 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 определяется статистически.

51. При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику месторождений литиевых и цезиевых руд.

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

Запасы категории В при разведке подсчитываются только на месторождениях литиевых руд 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 геологические характеристики рудных тел и качество руды в пределах этого контура определены по достаточному объему представительных данных. При невозможности геометризации количество и качество промышленных типов руд в блоке определяется статистически.

На месторождениях, где объем руды определяется с использованием коэффициента рудоносности, к категории В могут быть отнесены блоки, в пределах которых коэффициент рудоносности выше, чем средний по месторождению, установлены изменчивость рудонасыщенности в плане и на глубину, закономерности пространственного положения, типичные формы и характерные размеры участков кондиционных руд в степени, позволяющей дать оценку возможности их селективной выемки.

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

К категории C_1 относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть разведочных выработок, а достоверность полученной при этом информации подтверждена результатами, полученными на участках детализации, или данными эксплуатации на разрабатываемых месторождениях. На месторождениях очень сложного строения при невозможности геометризации рудных тел количество и качество балансовых, забалансовых и промышленных типов руд в подсчетном блоке определяется статистически. При этом изученность основных особенностей внутреннего строения должна обеспечить выявление рудонасыщенности и закономерностей распределения участков кондиционных руд.

Контуры запасов категории C_1 , как правило, определяются 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 по конкретным рудным телам (а при невозможности их геометризации – статистически в обобщенном контуре), границы которых определены по геологическим и геофизическим данным и подтверждены скважинами, встретившими промышленные руды, или путем экстраполяции по простиранию и падению от разведанных запасов более высоких категорий при наличии подтверждающих экстраполяцию единичных пересечений, результатов геофизических работ, геолого-структурных построений и установленных закономерностей изменения мощностей рудных тел и содержаний лития и цезия.

52. Запасы в пегматитовых месторождениях, как правило, подсчитываются в геологических границах пегматитовых тел.

53. Запасы подсчитываются отдельно по категориям разведанности, способам отработки (карьерными, штольневые горизонты, шахтами), промышленным (технологическим) типам и сортам руд и их экономическому значению (балансовые, забалансовые).

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

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

54. При подсчете запасов традиционными методами (геологических блоков, разрезов и др.) должны быть выявлены пробы с аномально высоким содержанием лития и цезия («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 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 лития и цезия по данным сгущения разведочной сети).

55. 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.

56. 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.

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

В материалах сопоставления должны быть приведены контуры ранее утвержденных органами госэкспертизы и погашенных запасов (в том числе добытых и оставшихся в целиках), списанных как неподтвердившихся, контуры площадей приращиваемых запасов, а также сведения о запасах, числящихся на государственном балансе (в том числе об остатке запасов, ранее утвержденных уполномоченным экспертным органом); представлены таблицы движения запасов (по категориям, рудным телам и месторождению в целом) и баланс руды с характеристикой ее качества в контуре погашенных запасов, отражающий изменение утвержденных, уполномоченным экспертным органом, запасов при доразведке, потери при добыче и транспортировке, выход товарной продукции и потери при переработке руд. Результаты сопоставления сопровождаются графикой, иллюстрирующей изменение представлений о горно-геологических условиях месторождения.

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

По месторождению, на котором, по мнению недропользователя, утвержденные уполномоченным экспертным органом запасы или качество руд не подтвердились при разработке или необходимо введение поправочных коэффициентов в ранее утвержденные параметры или запасы, обязательным является выполнение специального подсчета запасов по данным 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.

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

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

Вычисление вариограмм производится на основе данных опробования по сквозным рудным пересечениям (жильный тип), составным пробам, длина которых согласуется с уступом карьера (штокверки, мощные минерализованные зоны), и интервалам опробования – в случаях когда исключается возможность для изучения вертикальной изменчивости оруденения по составным пробам.

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

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

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

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

59. При компьютерном подсчете запасов должна быть обеспечена возможность просмотра, проверки и корректировки исходных данных (координаты разведочных выработок, данные инклинометрии, отметки литолого-стратиграфических границ или контактов, результаты опробования и др.), проверки результатов промежуточных расчетов и построений (каталог рудных пересечений, выделенных в соответствии с условиями; 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.

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

61. 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)

62. 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 литиевых и цезиевых руд должна быть определена их промышленная ценность и целесообразность проведения работ разведочной стадии, 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, литиевых и цезиевых руд предварительно характеризуются, основываясь на существующих, разведываемых и вероятных источниках водоснабжения.

Рассматривается и оценивается возможное влияние отработки месторождения на окружающую среду.

Для детального изучения морфологии рудных тел, 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 инженерно-геологических 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.

ОПР целесообразна при освоении крупных и очень крупных месторождений, на которых, прежде чем приступить к строительству основных фабрик, разработанная технологическая схема испытывается и совершенствуется на небольших обогатительных фабриках.

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 или захоронения;

запасы других совместно залегающих полезных ископаемых (включая породы вскрыши и подземные воды) с содержащимися в них компонентами, отнесенные на основании кондиций к балансовым, изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможных направлений использования;

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

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

Возможность полного или частичного использования запасов категории C_2 при проектировании отработки месторождений в каждом конкретном случае определяется государственной геологической экспертизой материалов подсчета запасов. 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

65. 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) качества руд;

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):

$$K_p = \frac{\ell_p}{\ell_o} \cdot \quad (1.1)$$

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:

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

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

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

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

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 наивысшую изменчивость формы или содержания.