

**Методические рекомендации по применению Классификации запасов  
месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных  
ископаемых (плавикового шпата)**

**I. Общие сведения**

1. Настоящие Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (плавикового шпата) (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 (3ч.), ст. 5759; 2006, № 52 (3ч.), ст. 5597), Положением о Федеральном агентстве по недропользованию, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 293 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, N 26, ст. 2669; 2006, №25, ст.2723), Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденной приказом МПР России от 07.03.1997 № 40, и содержат рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых в отношении плавикового шпата.

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. Плавиковый шпат, или флюорит – природный фторид кальция ( $\text{CaF}_2$ ) с теоретическим содержанием кальция 51,33 %, фтора 48,67 %.

Химически чистый плавиковый шпат встречается редко. Обычно в нем присутствуют в малых количествах редкие земли, уран, галлий, бериллий и другие редкие элементы, а также органические вещества.

Плавиковый шпат кристаллизуется в кубической сингонии, имеет твердость 4, плотность  $3,18 \text{ г/см}^3$ , хрупкий, обладает совершенной спайностью по октаэдру, раковистым заносистым или неровным изломом, стеклянным блеском. Температура плавления  $1360^\circ\text{C}$ . Не магнитен и не проводит электрический ток. В воде практически не растворяется, полностью разлагается в крепкой серной кислоте с выделением плавиковой кислоты. Азотная и соляная кислоты действуют на него слабо.

Химически чистый плавиковый шпат бесцветен, в природных условиях обычно окрашен в фиолетовый, зеленый, розовато-желтый и молочно-белый цвета различных оттенков и интенсивности в зависимости от состава и количества примесей, а также от дефектов кристаллической решетки. Цвет плавикового шпата может меняться при нагревании и перемене давления, а также при воздействии катодных, рентгеновских, ультрафиолетовых лучей и радиоизлучения.

Некоторые разновидности плавикового шпата люминесцируют при слабом нагревании, на солнечном свете или в ультрафиолетовых лучах. В катодных лучах флюорит светится фиолетовым цветом с синевато-зеленым оттенком.

Минералы фтора при активации быстрыми нейтронами образуют гамма-излучающий изотоп, что дает возможность использовать для выявления фтора и определения его концентрации метод нейтронной активации.

4. В природных условиях плавиковый шпат чаще всего встречается в виде грубо- или тонкозернистых масс, столбчатых, волокнистых или сферических агрегатов. Кроме наиболее распространенной разновидности плавикового шпата – окрашенного разными примесями флюорита, значительно реже встречаются: ратовкит – землистый плавиковый шпат, хлорофан – при нагревании флюоресцирующий зеленым цветом, антозонит, или вонючий плавиковый шпат (содержащий свободные ионы фтора и кальция), иттрофлюорит и цетрофлюорит (флюорит, в котором часть кальция замещена соответственно иттрием и церием).

Прозрачные оптически однородные кристаллы плавикового шпата, не содержащие газовых включений, а также трещин и других механических повреждений, называют оптическим флюоритом.

5. Основными потребителями плавикового шпата являются металлургическая и химическая промышленность, а также атомная энергетика и производство сварочных материалов.

В небольшом количестве он применяется в производстве цемента, непрозрачных белил и эмалей.

В черной металлургии плавиковый шпат используется в качестве флюса для разжижения шлаков при выплавке стали, чугуна, получении сплавов специального назначения. В качестве фторсодержащего сырья для черной металлургии возможно использование и бедных карбонатно-флюоритовых руд или оплавленных известняков (с содержанием флюорита от 3 до 15 %) без предварительного обогащения.

В химической промышленности плавиковый шпат служит основным сырьем для получения плавиковой кислоты, безводного фтористого водорода, фтористых солей и прочих фторсодержащих продуктов. Фтористые соли широко используются в цветной металлургии: криолит ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) служит растворителем глинозема при электролитическом способе производства алюминия; фтористый алюминий ( $\text{AlF}_3$ ) и фтористый натрий ( $\text{NaF}$ ) добавляются для корректирования состава криолитового электролита. Фтористые соли используются также для получения стекловолокна и многих других продуктов.

В производстве сварочных материалов плавиковый шпат используется при изготовлении электродов, порошковой проволоки, плавящихся и керамических сварочных флюсов. В небольших количествах он используется и в литейном производстве. Неорганические фториды и фторсиликаты применяются в качестве дезинсекционных средств и при производстве кислотоупорных бетонов. Фтористый водород используется в процессах органического синтеза, а также при получении высокооктанового бензина; фторпроизводные углеводородов применяются в атомной энергетике, используются как смазочные материалы и пластмассы, обладающие высокой химической и термической стойкостью. Фторхлорпроизводные углеводородов (фреоны) применяются в холодильной промышленности. Бифториды калия, натрия, алюминия и углерода используются для получения элементного фтора.

В производстве цемента плавиковый шпат применяется как добавка, облегчающая процесс обжига клинкера. В производстве стекол и эмалей его используют для придания непрозрачности, а также для ускорения варки стекла.

6. Условия образования флюорита отличаются большим разнообразием. Он связан с магматическими породами, пегматитами, пневматолитовыми и гидротермальными образованиями от гипо- до эндотермальных, а также встречается в морских осадках (ратовкит) и в элювиально-склоновых отложениях над коренными рудами. Известны

осадочные месторождения самородной серы, в рудах которых в небольших количествах присутствует флюорит.

Большая часть запасов флюорита сосредоточена в месторождениях гидротермально-метасоматического типа.

7. К собственно флюоритовым относятся руды, из которых при обогащении в качестве основного полезного компонента извлекается флюорит, содержание его в таких рудах обычно выше 20 %. По содержанию флюорита руды относятся к богатым ( $\text{CaF}_2$  более 50 %), средним (35–50 %) и рядовым (до 35 %). Из комплексных руд извлечение флюорита возможно попутно при их переработке для получения других полезных компонентов.

Перечень основных минералов собственно флюоритовых руд приводится в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристика основных минералов плавиковошпатовых  
(собственно флюоритовых) руд**

Минерал	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Твердость по шкале Мооса	Цвет	Внешний облик
Флюорит $\text{CaF}_2$	3,18	4	Бесцветный, зеленый, фиолетовый, розовато-желтый, молочно-белый	Зернистые и скрытокристаллические массы, кристаллы кубической и октаэдрической формы
Кварц $\text{SiO}_2$	2,65	7	Бесцветный, белый, серый	Зернистые агрегаты, сростки и друзы кристаллов
Кальцит $\text{CaCO}_3$	2,72	3	Бесцветный, белый или окрашенный в различные цвета	Кристаллические агрегаты, зернистые массы, кристаллы различной формы, натёки и корки
Доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	2,8–2,9	3,5–4	От серовато-белого до черного	Агрегаты (зернистые, почковидные и пр.) кристаллы ромбоэдрической формы
Барит $\text{BaSO}_4$	4,3	3–3,5	Белый, серый до черного, иногда окрашенный в различные цвета	Зернистые и скрытокристаллические агрегаты, кристаллы таблитчатой или призматической формы, сталактиты, конкреции и пр.
Галенит $\text{PbS}$	7,4–7,6	2,5–3	Свинцово-серый	Зернистые агрегаты, конкреции, корки
Сфалерит $\text{ZnS}$	3,9–4,1	3,5–4	Черный, бурый, красноватый, зеленый, бесцветный	Зернистые, скорлуповатые, почковидные агрегаты

8. Основные промышленные типы месторождений собственно флюоритовых руд приведены в табл. 2. В России промышленное значение имеют пока объекты двух первых типов. Другие типы месторождений (флюоритовые кор выветривания, гидротермально-осадочные и осадочные песчано-глинисто-флюоритовые, а также карбонатитовые, скарновые), имеющие промышленное значение как источники флюорита в зарубежных странах, в России пока не изучены. В комплексных месторождениях флюорит связан (на российских месторождениях) с рудами: флюорит-бериллиевыми (в Свердловской области, Бурятии, Хабаровском крае), флюорит-цинковыми (часть Вознесенского месторождения в Приморском крае), редкометалльно-барит-флюорит-железородными (железо-флюорит-редкоземельно-баритовое Карасугское месторождение в Туве), флюорит-оловянно-вольфрамовыми (в Читинской области).

По количеству запасов месторождения подразделяются на мелкие (менее 1 млн.т), средние (от 1 до 5 млн.т), крупные (от 5 до 10 млн.т) и очень крупные (свыше 10 млн.т).

Наиболее распространены гидротермальные (эпитермальные) флюоритовые месторождения. Из них чаще всего встречаются месторождения, представленные жилами, жилло-

, линзо- и плитообразными телами, а также минерализованными зонами дробления, локализованными в секущих разрывных нарушениях. Протяженность тел по простиранию достигает 700 м, по падению – 300 м и более. Мощности изменяются от 0,5 до 10 м в раздувах. Вмещающими являются обычно породы алюмосиликатного состава. По содержанию сульфидов выделяются месторождения малосульфидных руд преимущественно кварц-флюоритового состава и сульфидных кварц-(кальцит)-флюоритовых, иногда содержащих барит.

Таблица 2

**Промышленные типы месторождений флюорита с основными типами руд**

Промышленный тип месторождений	Структурно-морфологический тип и комплекс вмещающих пород	Природный (минеральные) тип руд	Содержание флюорита в рудах, %	Попутные компоненты	Промышленный (технологические) тип руд	Примеры месторождений
1	2	3	4	5	6	7
Гидротермальный (эпitherмальный) флюоритовый	Жило-, линзо- и столбообразный в алюмосиликатных породах	Барит-кварц-кальцит-флюоритовый, кварц-флюоритовый	25–75	-	Химико-металлургический флюоритовый (флотационный)	Наранское, Уртуйское, Солонечное, Ново-Бугутурское, Шахтерское (Россия)
	Жило-, линзо- и пластообразный в алюмосиликатных породах	Сульфидно-барит-кварц-флюоритовый, сульфидно-кварц-(кальцит)-флюоритовый	29–42	Pb, Zn, Ba, Au, Ag, Cu, Bi	То же	Калангуйское (Россия) Наугарзан и Такоб (Таджикистан)
	Плаще-, куполо- и седлообразный в терригенных, вулканогенных, карбонатных породах	Карбонатно-флюоритовый, кварц-флюоритовый	30–50	-	Химико-металлургический флюоритовый (флотационный)	Эгитинское (Россия) Покрово-Киреевское (Украина), Таскайнар (Казахстан)
Апокарбонатно-грейзеновый редкометалльно-флюоритовый	Трубо-, конусо-, линзо- и пластообразный в карбонатных и терригенно-карбонатных породах	Мусковит-фенакит-флюоритовый, слюди-сто-хризоберилл-флюоритовый, топаз-флюоритовый	40–50	Be, Li, Rb, Cs, Sn, Zn, W, Mo	Химико-металлургический флюоритовый (гравитационно-магнитно-флотационный)	Вознесенское Пограничное (Россия) Шарбез (Узбекистан)

1	2	3	4	5	6	7
Флюоритовый кор выветривания	Плащеобразно-залежный в карбонатных породах	Мусковит-хризоберилл-топаз-флюоритовый	30–60	Be, W, Sn, Mo, Pb, N, Bi, топаз 20–30 %	Химико-металлургический флюоритовый (гравитационно-магнитно-флотационный)	Солнечное (Казахстан), Покровское (Украина)

Типичными представителями месторождений малосульфидных кварц-флюоритовых руд являются Наранское, Усуглинское, Улунтуйское, Солонечное, Шахтерское, Ново-Бугутурское, Уртуйское и другие в Забайкалье, Суранское в Башкирии.

Руды с повышенным содержанием сульфидов (галенита от 1,5 до 7 %, сфалерита 0,5–3 %, а также пирита, халькопирита, арсенопирита и др.) добывались на Калангуйском месторождении в Читинской области (отработанное) и образуют промышленные месторождения в Средней Азии (Наугарзан, Такоб в Таджикистане). Содержание флюорита в таких рудах 25–40 %. В них часто присутствует барит (с содержанием от 5 до 25 %), а также кварц, кальцит и некоторые другие минералы.

Месторождения жильного типа по запасам относятся к мелким, средним и, редко, к крупным.

Месторождения согласного меж- и внутриформационного залегания встречаются реже, но имеют обычно средние и крупные запасы. Наиболее характерная форма залежей – плаще-, куполо- и седлообразная. Их размеры в плане достигают 1500×800 м, а мощности рудных тел – 50 м. Они часто приурочены к контактам известняков с перекрывающими их сланцами, филлитами, песчаниками, эффузивами. Состав руд – кварц-флюоритовый, кальцит-(доломит)-кварц-флюоритовый (иногда с сульфидами, баритом). Как фациальные разновидности могут присутствовать доломит-кальцит-полевошпат-флюоритовые или анкерит-сидерит-флюоритовые руды. Характерны массивная прожилково-вкрапленная и брекчиевая текстуры. Иногда встречаются землистые руды. Представителями являются Эгитинское месторождение в Республике Бурятия, Восточный и Южный Таскайнар в Казахстане. Много подобных месторождений в других зарубежных странах.

Апокарбонатно-грейзеновые редкометалльно-флюоритовые месторождения локализируются в карбонатных и терригенно-карбонатных породах, прорванных интрузиями лейкократовых щелочных и субщелочных гранитов (часто литий-фтористого типа), и представлены линзо-, конусо-, пласто- и трубообразными метасоматическими залежами, длина которых по простиранию и падению до 1000 м и более, а мощности отдельных тел – 25–30 и до 80–100 м (в раздувах). Руды в основном карбонатно-флюоритовые и силикатные: мусковит-фенакит-флюоритовые (с турмалином, оловом), мусковит-хризоберилл-флюоритовые (с вольфрамом, молибденом) и (развитые преимущественно по гранитам) топаз-флюоритовые (с селлаитом). Содержание флюорита в карбонатно-флюоритовых рудах от 30 до 70 % (в среднем 40–50 %), карбонатов 5–10 % (иногда до 30–40 %); в силикатных рудах флюорита 30–50 %, а слюд до 30–40 %. С ними связана редкометалльная минерализация. Из других минералов могут присутствовать кварц, турмалин, вольфрамит, молибденит, селлаит, сфалерит, галенит, арсенопирит, барит, углистое вещество и др. По структуре руды массивные средне- и мелкозернистые или скрытокристаллические. По запасам месторождения этого типа обычно бывают крупными и очень крупными. Основные представители – Вознесенское и Пограничное месторождения в Приморском крае, Шабрез в Узбекистане.

9. Собственно флюоритовые руды по минеральному составу разделяются на кварц-

флюоритовые, сульфидно-флюоритовые, карбонатно-флюоритовые, барит-флюоритовые и силикатно-флюоритовые.

10. Кварц-флюоритовые руды состоят в основном из флюорита и кварца. Содержание  $\text{CaF}_2$  в кварц-флюоритовых рудах – от 25 до 75 %, кварца – от 25 до 60 %. В качестве аксессуарных минералов в них могут присутствовать кальцит, халцедон, пирит, барит, сфалерит и другие сульфиды. Некоторым объектам свойственны адуляр-кварц-флюоритовая или селлаит-кварц-флюоритовая ассоциации. Руды мелко-, средне- и крупнозернистые, иногда кусковатые брекчиевые или прожилково-вкрапленные. Рудами этого типа сложена большая часть флюоритовых месторождений Забайкалья, Суранское в Башкирии, Наугискен и Суппаташ в Узбекистане.

11. Сульфидно-флюоритовые руды содержат 30–50 %  $\text{CaF}_2$ , 20–40 % кварца. Сульфиды представлены в основном галенитом (содержание 5–7 %) и сфалеритом (2–3 %). Менее распространены барит, кальцит, пирит; еще реже халькопирит, анкерит, халцедон, магнетит. Руды этого типа были вскрыты на Калангуйском месторождении в Забайкалье, на месторождениях Наугарзан, Такоб, Кандара в Таджикистане.

12. Карбонатно-флюоритовые руды обычно содержат 20–60 %  $\text{CaF}_2$  и до 40 % кальцита. Карбонатно-флюоритовые руды подразделяются по величине карбонатного модуля (отношение содержания флюорита к содержанию карбонатов), наиболее влияющего на обогатимость руд, на: малокарбонатные (модуль более 15), среднекарбонатные (от 3 до 15) и сильнокарбонатные (меньше 3). Содержание кварца различно для разных типов руд (от 3–5 % в сильнокарбонатных до 50–60 % в кварц-флюоритовых), но при обогащении руды легко освобождаются от него. Из других вредных примесей, присущих плавиковошпатовым рудам, на качество концентратов могут оказывать влияние повышенные содержания серы и фосфора, которые частично при обогащении переходят в концентрат. Сера бывает связана с сульфидами, баритом, прочими серосодержащими минералами, фосфор – с апатитом и другими фосфатами. Кварц присутствует в небольших количествах. Нередко отмечаются повышенные содержания галенита, сфалерита, барита. Руды этого типа слагают Эгитинское месторождение в Забайкалье, Покрово-Киреевское (коренное) в Украине, Восточный и Южный Таскайнар в Казахстане.

13. Барит-флюоритовые руды состоят в основном из барита и флюорита. Содержание  $\text{CaF}_2$  в них изменяется в широких пределах и в среднем по месторождениям находится на уровне 25–55 % (содержание барита составляет 5–25 %). В небольших количествах в рудах присутствуют также кварц, кальцит и сульфиды свинца, цинка и меди. Руды этого типа развиты на следующих месторождениях: Моговском, Наугарзан (Таджикистан) и др.

14. Силикатно-флюоритовые руды разделяются на ряд разновидностей, из которых основные – слюдисто-редкометалльно-флюоритовые и топаз-флюоритовые. Первые содержат 30–50 %  $\text{CaF}_2$  и до 30–40 % слюды (мусковита, лепидолита, протолитионита), иногда ассоциирующей с редкими металлами. Нередко в рудах содержатся касситерит, вольфрамит, молибденит.

В топаз-флюоритовых рудах содержание  $\text{CaF}_2$  изменяется в широких пределах, среднее 30–45 %, топаза 20–30 %. Иногда содержится селлаит. Руды этого типа вскрыты на Пограничном месторождении в Приморском крае и на Солнечном в Казахстане.

## **II. Группировка месторождений по сложности геологического строения для целей разведки**

15. По размерам и форме рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и особенностям распределения флюорита месторождения плавикового шпата соответ-

ствуют 1-, 2- и 3-й группам «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом Министра природных ресурсов Российской Федерации от 7 марта 1997г. № 40.

1-й группе соответствуют месторождения (участки крупных месторождений) плавикового шпата, представленные крупными пласто- и линзообразными залежами, а также весьма крупными и мощными жилами простого строения, выдержанными по мощности, составу руд и содержанию фтористого кальция (верхние горизонты Вознесенского месторождения в Приморском крае, Южный и Восточный участки месторождения Таскайнар в Казахстане).

2-й группе соответствуют месторождения плавикового шпата, представленные крупными и средними жилами и залежами сложного строения с невыдержанными мощностью и содержанием фтористого кальция (Калангуйское, Ново-Бугутурское, Горинское, Шахтерское, Волдинское и другие месторождения Читинской области, Агата-Чибаргатинское и Наугискенское месторождения в Узбекистане).

3-й группе соответствуют месторождения плавикового шпата, представленные мелкими жилами и залежами сложного строения с резко изменчивыми мощностью и содержанием фтористого кальция (Суранское в Башкирии, Солонечное в Читинской области и другие).

Месторождения плавикового шпата, соответствующие 4-й группе Классификации, в настоящее время промышленного значения не имеют.

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

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

### **III. Изучение геологического строения месторождений и вещественного состава руд**

18. По разведанному месторождению необходимо иметь топографическую основу, масштаб которой соответствовал бы его размерам, особенностям геологического строения и рельефу поверхности. Топографические карты и планы по месторождениям плавикового шпата обычно составляются в масштабах 1:1000–1:2000. При очень большой площади месторождения может быть принята топографическая основа масштаба 1:5000. Все разведочные и эксплуатационные выработки (канавы, шурфы, траншеи, скважины, штольни, шахты), 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 погоризонтные 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 планах и разрезах.

19. Геологическое строение месторождения должно быть детально изучено и отображено на геологической карте масштаба 1:1000–1:5000 (в зависимости от размеров и сложности месторождения), геологических разрезах, планах, проекциях, а в необходимых случаях – на блок-диаграммах и моделях. Геологические и геофизические материалы по месторождению должны давать представление о размерах и форме

рудных тел, условиях их залегания, внутреннем строении и сплошности, характере выклинивания рудных тел, распределении флюоритовой минерализации, особенностях изменения вмещающих пород и взаимоотношениях рудных тел с вмещающими породами, складчатыми структурами и тектоническими нарушениями в степени, необходимой и достаточной для увязки рудных тел и обоснования подсчета запасов. Следует также обосновать геологические границы месторождения и поисковые критерии, определяющие местоположение перспективных участков, в пределах которых оценены прогнозные ресурсы категории  $P_1^*$ .

20. Выходы на поверхность и приповерхностные части рудных тел или минерализованных зон должны быть изучены горными выработками (канавы, шурфы, расчистки) и неглубокими скважинами с применением геофизических и геохимических методов и опробованы с детальностью, позволяющей установить морфологию и условия залегания рудных тел, глубину развития и строение зоны выветривания, степень выветренности, особенности изменения вещественного состава, технологических свойств руд, определить наличие карста и степень его проявления, тектонические нарушения и их характер и провести подсчет запасов выветренных и смешанных руд раздельно по промышленным (технологическим) типам.

21. Разведка месторождений флюоритовых руд на глубину проводится скважинами в сочетании с горными выработками с использованием геофизических методов исследований – наземных, в скважинах и горных выработках. По основным рудным телам осуществляется проходка одного-двух горизонтов подземных горных выработок.

Рудные тела разведываются на всю глубину или до определенного горизонта разработки месторождения. В последнем случае должны быть пробурены единичные скважины, чтобы установить распространение оруденения до глубины его возможной разработки в будущем.

Методика разведки – соотношение объемов горных работ и бурения, виды горных выработок и способы бурения, геометрия и плотность разведочной сети, методы и способы опробования – должна обеспечить возможность подсчета запасов на разведанном месторождении по категориям, соответствующим группе сложности его геологического строения. Она определяется исходя из геологических особенностей рудных тел с учетом возможностей горных, буровых и геофизических средств разведки и опыта разведки и разработки месторождений аналогичного типа.

При выборе оптимального варианта разведки следует учитывать степень изменчивости содержаний флюорита, характер пространственного его распределения, текстурно-структурные особенности руд (главным образом наличие крупных выделений), а также возможное избирательное истирания 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.

22. 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 материа-

---

\* По району месторождения и рудному полю представляются геологическая карты и карта полезных ископаемых в масштабе 1:25000–1:50000 с соответствующими разрезами. Указанные материалы должны отражать размещение рудоконтролирующих структур и рудовмещающих комплексов пород, месторождений плавленого шпата и рудопоявлений района, а также участков, на которых оценены прогнозные ресурсы флюорита. Результаты проведенных в районе геофизических исследований следует использовать при составлении геологических карт и разрезов к ним и отражать на сводных планах интерпретации геофизических аномалий в масштабе представляемых карт.



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

В тех случаях, когда полезная толща представлена несколькими природными типами или разновидностями руд, необходимо обеспечить надежный выход керна для каждого типа или разновидности.

Величина представительного выхода керна для определения содержаний флюорита и мощностей рудных интервалов должна быть подтверждена исследованиями возможности его избирательного истирания. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования керна и шлама (по интервалам с их различным выходом) с данными опробования 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 керна или избирательном его истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки. При существенном искажении содержания флюорита в керновых пробах необходимо обосновать величину поправочного коэффициента к результатам кернового опробования на основе данных контрольных выработок.

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

В вертикальных скважинах глубиной свыше 100 м и во всех наклонных, включая подземные, должны быть измерены не более чем через 25 м и подтверждены контрольными замерами азимутальные и зенитные углы их стволов. Результаты измерений необходимо учитывать при построении геологических разрезов, погоризонтных планов и расчете мощностей рудных интервалов. В случаях 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 осуществлять 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.

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

Сплошность рудных тел и изменчивость оруденения по их простиранию и падению должны быть изучены в достаточном объеме на представительных участках: по мало-мощным рудным телам – непрерывным прослеживанием штреками и восстающими с систематическим позабойным опробованием, шаг которого должен быть подтвержден экспериментальными данными или принят по аналогии, а по мощным рудным телам и штокверкам – пересечением ортами, квершлагами, подземными горизонтальными скважинами. В исключительных случаях (при интенсивной нарушенности, обводненности руд и других условиях, резко осложняющих проведение горных работ) может быть до-

пущена проходка этих выработок вне контуров рудных тел при условии подтверждения сплошности рудных тел специально пройденными выработками.

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.

24. Расположение разведочных выработок и расстояния между ними должны быть определены для каждого структурно-морфологического типа рудных тел; при этом следует учитывать возможное столбообразное размещение обогащенных участков.

Приведенные в табл. 3 обобщенные сведения о плотности сетей, применявшихся при разведке месторождений плавикового шпата 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

**Обобщенные данные о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся при разведке месторождений плавикового шпата в странах СНГ**

Группа месторождений	Тип месторождений	Вид выработок	Расстояния между пересечениями рудных тел выработками (в м) для категорий запасов					
			А		В		С <sub>1</sub>	
			по простиранию	по падению	по простиранию	по падению	по простиранию	по падению
1-я	Крупные пластообразные и линзообразные залежи, а также весьма крупные и мощные жилы простого строения, относительно выдержанные по мощности и содержанию фтористого кальция	Горные выработки Скважины (для категории В в сочетании с горными выработками)	20–40	40–50	40–80	40–50	80–120	80–100
			–	–	20–40	40–50	40–80	80–100
2-я	Крупные и средние жилы и залежи сложного строения с невыдержанной мощностью и содержанием фтористого кальция	Горные выработки Скважины	–	–	20–40	40–50	40–80	40–50
			–	–	–	–	20–40	40–50
3-я	Мелкие жилы и залежи сложного строения с резко изменчивой мощностью и содержанием фтористого кальция	Горные выработки Скважины (в сочетании с горными выработками)	–	–	–	–	20–40	40–50
			–	–	–	–	20–40	40–50
Примечание. На <b>оцененных месторождениях</b> разведочная сеть для категории С <sub>2</sub> по сравнению с сетью для категории С <sub>1</sub> разрежается в 2–4 раза в зависимости от сложности геологического строения месторождения.								

25. Для подтверждения достоверности запасов отдельные участки и горизонты месторождения должны быть разведаны более детально. Эти участки следует изучать и опробовать по более плотной разведочной сети, по сравнению с принятой на остальной части месторождения. Запасы на таких участках или горизонтах месторождений 1-й группы должны быть разведаны преимущественно по категориям А и В, 2-й группы должны быть разведаны по категории В. 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 С<sub>1</sub>.

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

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

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

26. Все разведочные выработки и обнажения должны быть задокументированы. Для документации разведочных выработок при наличии контрастных руд целесообразно применять и фотометоды.

В горных выработках документируются кровля и стенки выработок, а в выработках, прослеживающих рудные тела по падению или простиранию, также и опробуемые забои.

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 компетентными 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).

27. Для изучения качества полезного ископаемого, оконтуривания рудных тел и подсчета запасов все рудные интервалы, вскрытые разведочными выработками или установленные в естественных обнажениях, должны быть опробованы. Результаты опробования должны быть вынесены на первичную документацию и увязаны с геологическим описанием.

28. Способ и методика опробования (сечение и начальная масса проб, длина опробуемых интервалов, расстояния между ними и пр.) определяются с учетом размеров рудных тел, характера их геологических границ, условий залегания, морфологии и внутреннего строения, вещественного состава и распределения отдельных разновидностей и типов руд, степени изменчивости содержания полезных компонентов и

вредных примесей.

Выбор методов (геологических, геофизических\*) и способов опробования производится на ранних стадиях оценочных и разведочных работ, исходя из конкретных геологических особенностей месторождения и физических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород.

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 повышения достоверности и информативности данных бурения и горных выработок, 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, рациональный комплекс которых определяется исходя из поставленных задач и конкретных геолого-геофизических условий.

Основным методом, применяемым для выделения флюоритовых руд и количественной оценки содержания в них фтора, является нейтронный активационный каротаж на фтор в сочетании с кавернометрией.

Достоверность данных каротажа и возможность их использования при подсчете запасов должна подтверждаться сопоставлением с результатами опробования горных выработок и скважин с высоким выходом керна, характеризующих основные типы руд. При наличии значительных расхождений между геологическими и геофизическими данными должны быть проанализированы и установлены причины этих расхождений.

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

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

опробование следует проводить непрерывно, на полную мощность рудного тела с выходом во вмещающие породы на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с условиями в промышленный контур: для рудных тел без видимых геологических границ – во всех разведочных 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 опробо-

---

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

ваны 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 установленную кондициями минимальную мощность для выделения типов или сортов руд, а также максимальную мощность внутренних пустых и некондиционных прослоев, включаемых в контур руд.

Способ отбора проб в буровых скважинах (керновый, шламовый) зависит от используемого вида и качества бурения. При этом интервалы с разным выходом керна (шлама) опробуются отдельно; при наличии избирательного истирания керна опробованию подвергается как керн, так и измельченные продукты бурения (шлам, пыль и др.); мелкие продукты отбираются в самостоятельную пробу с того же интервала, что и керновая проба, обрабатываются и анализируются отдельно. Объем кернового опробования определяется с учетом возможности замены его результатов данными каротажа скважин, если достоверность этих данных доказана.

В разведочных горных выработках и обнажениях опробование рудных тел и приконтактовых зон обычно проводится бороздовым способом. Учитывая склонность флюорита (а также других компонентов плавиковошпатовых руд) к избирательному выкрашиванию, отбор проб целесообразно производить способом двойной борозды.

В горных выработках, вскрывающих рудное тело на всю мощность, опробование должно проводиться непрерывно по одной из стенок выработки. В восстающих и шурфах опробование проводится по стенкам, ориентированным вкрест простирания рудных тел. В горных выработках, пройденных по простиранию последних, опробование следует производить в забоях. Расстояния между опробованными сечениями в выработках, пройденных по простиранию (штреки и др.) и падению рудных тел (восстающие и др.), не должны превышать 10–12 м. Все пробы в горизонтальных горных выработках отбираются на одинаковой высоте от почвы выработки. Данные опробования штреков, восстающих, гезенков, не вскрывающих рудные тела на всю мощность, как правило, не используются при подсчете запасов, но должны учитываться для подтверждения сплошности оруденения или отсутствия ее. Принятые параметры проб должны быть обоснованы экспериментальными работами. Должны быть проведены работы по изучению возможного избирательного выкрашивания флюорита, а также сопутствующих минералов при принятом для горных выработок 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.

30. Качество опробования по каждому принятому методу и способу и по основным разновидностям руд необходимо систематически контролировать, оценивая точность и достоверность результатов. Следует своевременно проверять положение проб относительно элементов геологического строения, надежность оконтуривания рудных тел по мощности, выдержанность принятых параметров проб и соответствие фактической массы пробы расчетной, исходя из принятого сечения борозды или фактического диаметра и выхода керна (отклонения не должны превышать  $\pm 10\text{--}20\%$  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 по опорным интервалам с высоким выходом керна, для которого 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 скважин и горных выработок контролируется более представительным способом, как правило валовым, руководствуясь соответствующими методическими документами. Для этой цели также необходимо использовать данные технологических проб, валовых проб для определения объемной массы в целиках и результаты отработки месторождения.

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

31. Обработка проб должна производиться по схемам, разработанным для каждого конкретного 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 этом значение коэффициента  $K$  принимается обычно в пределах от 0,1 при однородном до 0,5 при неоднородном качестве руды.

Обработка контрольных крупнообъемных проб производится по специально составленным программам.

32. Химический и минеральный состав руд необходимо изучить с полнотой, обеспечивающей возможность оценки промышленного значения основных и всех ценных попутных компонентов, а также учета вредных примесей во всех разновидностях руд. Содержания их в руде определяются химическими, спектральными, физическими, геофизическими и 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.

Изучение минерального состава плагиоклазовых руд позволяет определить все основные минералы, слагающие руды (это прежде всего флюорит, кварц, карбонаты, полевые шпаты, барит, слюды, сульфиды, оксиды железа, топаз и пр.), и получить их количественную оценку. Кроме минерального состава изучается гранулярный состав и характер взаимоотношения зерен.

Все рядовые пробы плагиоклазовых руд анализируются на содержание  $\text{CaF}_2$ . Кроме того, в рядовых пробах, участвующих в подсчете запасов, определяются:  $\text{SiO}_2$  в кварц-флюоритовых,  $\text{SiO}_2$  и  $\text{CaCO}_3$  в карбонатно-флюоритовых,  $\text{SiO}_2$  и  $\text{BaSO}_4$  в барит-кварц-флюоритовых рудах. Сера, фосфор, железо,  $\text{CaCO}_3$  (кроме карбонатно-флюоритовых руд),  $\text{BaSO}_4$  (кроме барит-кварц-флюоритовых руд), а также, при необходимости,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,

Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, MgO и другие оксиды определяются в групповых пробах. Свинец, цинк и прочие попутные полезные компоненты определяются в рядовых пробах, если условиями предусмотрен их учет при оконтуривании запасов. В остальных случаях они также определяются по групповым пробам.

Порядок объединения проб в групповые, их размещение и количество должны обеспечить равномерное изучение рудных тел и разновидностей руд как на основные, так и на попутные компоненты, вредные и шлакообразующие примеси, а также выяснение закономерностей изменений их содержаний по простиранию и падению рудных тел. Эти пробы составляются из навесок, взятых из дубликатов проб, отобранных на основные компоненты, пропорционально их длине. Перечень анализируемых компонентов зависит от особенностей состава руд месторождения и требований промышленности.

Определение содержаний редких и рассеянных элементов (церия, селена, лития, бериллия и др.) производится на мономинеральных пробах. Эти элементы могут определяться количественным спектральным методом.

Рентгено-спектрально-люминесцентные, атомно-адсорбционные и другие быстрые и экономичные методы анализов (при соответствующем контроле) следует шире использовать, особенно при большом количестве проб на крупных месторождениях.

Минеральный и химический состав руд должен быть изучен в степени, достаточной для составления баланса распределения полезных и вредных компонентов по минеральным формам.

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

34. Для определения величин случайных погрешностей необходимо проводить внутренний контроль путем анализов 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, направленные на внутренний и внешний контроль, должны характеризовать все разновидности руд месторождения и классы содержаний. В обязательном порядке на внутренний контроль направляются все пробы, показавшие аномально высокие содержания анализируемых компонентов.

35. Объем внутреннего и внешнего контроля должен обеспечить представительность выборки по каждому классу содержаний и периоду выполнения анализов (квартал, полугодие, год). При выделении классов следует учитывать требования кондиций для подсчета запасов. В случае большого числа анализируемых проб (2000 и более в год) на контроль-

---

\* Федеральный научно-методический центр лабораторных исследований и сертификации минерального сырья «ВИМС» МПР России (ФНМЦ ВИМС)

ные анализы направляется 5 % от их общего количества; при меньшем числе проб по каждому выделенному классу содержаний должно быть выполнено не менее 30 контрольных анализов за контролируемый период.

36. Обработка данных 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 статической 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.

Таблица 4

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

Компонент	Класс содержа- ний компонентов в руде*, %	Предельно до- пустимая относительная среднеквадрати- ческая погреш- ность, %	Компонент	Класс содержа- ний компонентов в руде*, %	Предельно до- пустимая относительная среднеквадрати- ческая погреш- ность, %
1	1	3	4	5	6
Фтористый кальций	>50	2,5	Диоксид кремния	>50	1,3
	20–50	3,0		20–50	2,5
	10–20	5,0		5–20	5,5
	2–10	10		1,5–5	11
	0,5–2	17	Цинк	>10	2,5
Сульфат бария	>60	4,0		5–10	3,5
	40–60	5,5		2–5	6,0
	20–40	9,0		0,5–2	11
	10–20	12		0,2–0,5	13
	5–10	15		0,1–0,2	17
	1–5	17		0,02–0,1	22
	0,5–1	23		Свинец	>10
	0,1–0,5	25	5–10		3,5
	<0,1	30	2–5		6,0
Оксид кальция	>60	1,5			1–2
	40–60	2,0		0,5–1	11
	20–40	2,5		0,2–0,5	13
	7–20	6,0		0,1–0,2	17
	1–7	11			
	0,5–1	15			
	0,2–0,5	20			
	<0,2	30			

\* Если выделенные на месторождении классы содержаний отличаются от указанных, то предельно допус-  
тимые среднеквадратические погрешности определяются интерполяцией.

37. При выявлении по данным внешнего контроля систематических расхождений между результатами анализов основной и контролирующей лабораторий проводится арбитражный контроль. На арбитражный контроль направляются хранящиеся в лаборатории



аналитические дубликаты рядовых проб (в исключительных случаях – остатки аналитических проб), по которым имеются результаты рядовых и внешних контрольных анализов. Контролю подлежат 30–40 проб по каждому классу содержаний, по которому выявлены систематические расхождения. При наличии СОС, аналогичных исследуемым пробам, их также следует включать в зашифрованном виде в партию проб, сдаваемых на арбитраж. Для каждого СОС должно быть получено 10–15 результатов контрольных анализов.

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

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

38. В случае, если флюоритовую руду намечается использовать как флюс (полностью или частично) в металлургическом процессе без обогащения, необходимо определить кусковатость и выход кусков разного класса. Размер кусков устанавливается условиями. Обычно определяют выход классов +25, –25+10, –10+5 и меньше 5 мм.

39. 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.

40. В результате изучения химического, минерального состава, текстурно-структурных особенностей и физических свойств руд должны быть установлены природные разновидности руд и предварительно намечены промышленные (технологические) типы и сорта, подлежащие отдельной выемке, требующие различных способов переработки или имеющие различные области использования.

Окончательное выделение промышленных (технологических) типов и сортов руд производится по результатам технологического изучения выявленных на месторождении природных разновидностей в процессе геолого-технологического картирования, охватывающего все природные разновидности руд, установленные на месторождении.

#### **IV. Изучение технологических свойств руд**

41. 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 легкообогащаемых руд допускается использование аналогии, подтвержденной результатами лабораторных исследований. Для труднообогащаемых

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).

42. 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.

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

Минералого-технологическими и малыми технологическими пробами 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 полезных компонентов после крупнопорционной сортировки. По гранулометрическому составу пробы должны соответствовать отбитой горнорудной массе принятой системы отработки.

44. При исследовании обогатимости исходной руды или промпродуктов радиометрической сепарации и отсева изучаются минеральный и химический состав, текстурно-структурные особенности, степень раскрытия минеральных фаз, наличие попутных компонентов и вредных примесей с использованием приемов и методов технологической минералогии. Оценивается дробимость и измельчаемость, проводится ситовой, дисперсионный и гравитационный анализы разных классов руды. Выбирается технологическая схема обогащения, устанавливается число стадий и стадияльная крупность измельчения. Определяются способы обогащения и доводки концентратов и промпродуктов, содержащих попутные компоненты.

45. Практически все добываемые плакиковошпатовые руды для промышленного использования должны подвергаться обогащению с целью повышения содержания флюорита и снижения содержания вредных примесей. Основным методом их обогащения является флотация. Без обогащения могут использоваться руды с содержанием  $\text{CaF}_2$  не менее 75 %, а в цементном производстве – не менее 40 %. В перспективе, как указано п. 1.3, для ряда назначений предполагается применение непосредственно более бедных руд.

Технология обогащения флюоритовых руд различных типов имеет свои особенности. Наиболее легко обогатимы крупнозернистые кварц-флюоритовые руды. Обычно они подвергаются рудоразборке с целью получения крупнокускового флюорита марки ФК и обогащению методами отсадки или сепарации в тяжелых суспензиях с выделением флюоритовых концентратов марки ФГ. Хвосты гравитационного обогащения направляются на флотацию. Средне- и тонкозернистые разности кварц-флюоритовых руд и руды другого состава обогащаются только флотацией.

Флотация флюорита осуществляется оксигидрильными собирателями при pH 8–11, создаваемом содой, и температуре пульпы выше 25 °С. При перечистных операциях пульпа подогревается до 60–80 °С получаемый концентрат соответствует марке ФФ.

Сульфидно-флюоритовые руды перерабатываются с извлечением сульфидов сульфгидрильными собирателями перед флотацией флюорита. При наличии в рудах углистых сланцев последние флотируются в голове процесса аполярными собирателями.

Наиболее сложным объектом для обогащения являются карбонатно-флюоритовые руды. Трудность селекции флюорита при флотации увеличивается с уменьшением карбонатного модуля. При значении модуля больше 15 руды легкообогатимые, при значениях 15–3 – среднеобогатимые, а ниже 3 – труднообогатимые. Повышение селекции достигается применением более селективных собирателей, регулированием ионного и коллоидно-дисперсного состава пульпы, использованием селективно действующих депрессоров (наряду с жидким стеклом используются сернистый натрий и сернокислый алюминий). С уменьшением карбонатного модуля в схему обогащения вводят доводочные операции, промежуточные продукты перерабатываются в отдельном цикле, часто с их предварительным доизмельчением. Практикуется флотация флюорита при повышенной до 40 °С температуре пульпы и пропарка черного концентрата при температуре 80–85 °С с жидким стеклом и сернокислым алюминием.

Особенно трудно обогащаются барит-флюоритовые руды, в которых вместе с баритом присутствует кальцит, образующий тонкие прорастания в кристаллах флюорита. Для обогащения таких руд разработано несколько вариантов флотационных схем в зависимости от содержания и соотношения флюорита и барита в руде, а также их вкрапленности. Наибольшее распространение получила схема прямой селективной флотации флюорита и барита. Сначала жирными кислотами флотируется флюорит, а барит подавляется декстри-

ном или его заменителями. Затем алкилсульфатом флотируется барит. При этом в качестве активатора барита применяется хлористый барий.

Учитывая отечественный и зарубежный опыт обогащения плавиковошпатовых руд, возможными путями повышения извлечения флюорита и качества концентратов являются: предварительное обогащение руд методами гравитации, радиометрической сепарации и другими, позволяющими улучшить качество руд, поступающих на флотацию; совершенствование схем и режимов флотации, применение новых реагентов; расширение использования химических, магнитных и других методов доводки флотационных концентратов с целью удаления примесей кремнезема, карбонатов, серы и пр.; применение электрохимической обработки используемой при обогащении воды с повышенной плотностью для снижения содержаний солей посредством перевода их в нерастворимые соединения, в результате чего улучшаются технологические показатели флотации.

46. Плавиковый шпат в зависимости от технологии производства, физико-технологических свойств, содержания  $\text{CaF}_2$  и примесей делят на многочисленные виды и марки.

Качество плавиковошпатовых концентратов должно в каждом конкретном случае регламентироваться договором между поставщиком (рудником) и металлургическим предприятием или должно соответствовать существующим стандартам и техническим условиям.

Требования к химическому составу флотационных плавиковошпатовых концентратов, предназначенных для использования в цветной металлургии, химической и стекольной отраслях промышленности (так называемых кислотных и керамических концентратов), определяются ГОСТ 29219–91; они приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Химический состав флотационных флюоритовых концентратов (кислотных и керамических)**

Марка	Массовая доля фтористого кальция, %, не менее	Массовая доля примесей, %, не более		
		диоксида кремния	углекислого кальция	серы
ФФ-97А	97,0	0,8	0,1	0,1
ФФ-97Б	97,0	1,0	1,0	0,1
ФФ-95А	95,0	2,0	1,5	0,2
ФФ-95Б	95,0	3,0	2,0	0,2
ФФ-92А	92,0	2,5	2,5	0,2
ФФ-92Б	92,0	3,0	3,0	0,2
ФФ-90	90,0	3,5	4,5	0,2

Массовая доля железа в концентрате, используемом для производства стекла и эмалей, не должна превышать 0,2 %.

Требования к химическому составу плавиковошпатовых концентратов, полученных в результате сортировки или гравитационного обогащения и предназначенных для использования в основном в черной металлургии, определяются ГОСТ 29220–91 и приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Химический состав кусковых и гравитационных флюоритовых концентратов (металлургических)**

Марка	Массовая доля фтористого кальция, %, не менее	Массовая доля примесей, %, не более		
		диоксида кремния	серы общей	фосфора
1	2	3	4	5
ФК-95А	95,0	2,0	0,15	0,1
ФК-95Б	95,0	2,5	0,15	0,1

1	2	3	4	5
ФК-92	92,0	5,0	0,20	0,2
ФГ-92	92,0	5,0	0,20	0,2
ФК-85	85,0	1,0	0,30	0,3
ФГ-85	85,0	1,0	0,30	0,3
ФК-75	75,0	20,0	0,30	0,3
ФГ-75	75,0	20,0	0,30	0,3
ФГМ-75	75,0	20,0	0,30	0,3
ФК-65	65,0	30,0	0,30	0,3
ФГ-65	65,0	—	0,30	0,3
ФГ-55	55,0	—	0,30	0,3

Пр и м е ч а н и е: В концентратах марок ФГ-65 и ФГ-55 массовую долю диоксида кремния устанавливают по согласованию изготовителя с потребителем.

С целью замены кускового флюорита, используемого в черной металлургии, флотационные концентраты подвергаются окомкованию и брикетированию. На обожженные окатыши из флотационных флюоритовых концентратов, предназначенные для металлургической промышленности, применяется ГОСТ 24626–81; его требования отражены в табл. 7.

Таблица 7

#### Требования к химическому составу флюоритовых окатышей

Марка	Содержание фтористого кальция, %, не менее	Содержание примесей, %, не более		
		диоксида кремния	серы	фосфора
ФО-92А	92	4	0,15	0,1
ФО-92Б	92	5	0,20	0,1
ФО-90	90	7	0,30	0,2

Требования к химическому составу кусковых, гравитационных и флотационных плавиовошпатовых концентратов для получения сварочных материалов регламентируются ГОСТ 4421–73; они приведены в табл. 8.

Таблица 8

Марка	Содержание фтористого кальция, %, не менее	Содержание примесей, %, не более			
		диоксида кремния	углекислого кальция	серы	фосфора
1	2	3	4	5	6
ФФС-97А	97	2,0	1,0	0,05	0,015
ФФС-97Б	97	2,0	1,0	0,05	0,03
ФКС-95А	95	2,5	2,0	0,07	0,015
ФКС-95Б	95	2,5	2,0	0,07	0,02
ФФС-95	95	3,0	2,0	0,10	0,03
ФКС-92	92	5,0	2,0	0,10	0,04
ФГС-92	92	5,0	2,0	0,10	0,04
ФФС-92	92	3,0	3,0	0,15	0,06
ФКС-85	85	—	5,0	0,20	0,15
ФГС-85	85	—	5,0	0,20	0,15
ФКС-75	75	—	—	0,30	0,20
ФГС-75	75	—	—	0,30	0,20

Кроме химического, регламентируется также и зерновой состав плавиового шпата.

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

Промышленные (технологические) типы и сорта руд должны быть охарактеризова-

ны по соответствующим предусмотренным кондициям показателям, установлены особенности их при добыче, определены минеральный и химический состав, плотность, насыпная масса и влажность исходной руды и конечных продуктов каждой стадии обогащения, дробимость, измельчаемость, и гранулометрический состав руды, а также товарных и отвальных продуктов на стадиях крупнокускового и глубокого обогащения; разработаны схема цепи аппаратов, качественно-количественная и шламовая схемы обогащения, приведены основные технологические показатели обогащения или передела (выход концентратов, их характеристика, извлечение ценных компонентов в отдельных операциях, сквозное извлечение и др.).

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

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

Должна быть изучена возможность использования оборотных вод и отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме переработки минерального сырья, даны рекомендации по очистке промстоков, а также предусмотрено складирование отходов (хвостохранилище) и возможности их использования для производства строительных материалов, стекла, керамики, при рекультивации земель с учетом перспектив ввода их в сельскохозяйственный оборот.

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

48. 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 водопротоки 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 их эксплуатационных запасов. Подсчет эксплуатационных запасов дренажных вод производится, руководствуясь соответствующими методическими документами.

По результатам гидрогеологических исследований должны быть даны рекомендации для проектирования рудника по способам осушения геологического массива, водоотводу, утилизации дренажных вод, источникам водоснабжения, природоохранным мерам.

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

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

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

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

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

50. Месторождения плавленковошпатовых руд разрабатываются открытым (карьеры) и подземным (шахтные комплексы) способами. Применяемые способы разработки зависят от горно-геологических условий залегания рудных тел, принятых горнотехнических показателей, схем добычи руды и обосновываются в ТЭО кондиций.

51. 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.

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

53. По районам новых месторождений необходимо указать площади с отсутствием залежей полезных ископаемых для размещения объектов производственного и жилищно-гражданского назначения, хвостохранилища и отвалов пустых пород. Приводятся данные о наличии местных строительных материалов и возможности использования в качестве их вскрышных пород изучаемого месторождения.

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

Экологическими исследованиями должны быть: установлены фоновые параметры состояния окружающей среды (уровень радиации, качество поверхностных и подземных вод и воздуха, характеристика почвенного покрова, растительного и животного мира и т. д.); определены предполагаемые виды химического и физического воздействия намечаемого к строительству объекта на окружающую природную среду (запыление прилегающих территорий, загрязнение поверхностных и подземных вод, почв рудничными водами и стоками, 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.

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

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

## **VI. Подсчет запасов**

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

68. 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 ко-



личество и качество руд;

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

выдержанностью условий залегания рудных тел, определенной приуроченностью блока к единому структурному элементу (крылу, замковой части складки, тектоническому блоку, ограниченному разрывными нарушениями);

общностью горнотехнических условий разработки.

По падению рудных тел подсчетные блоки следует разделять горизонтами горных работ или скважин с учетом намечаемой последовательности отработки запасов. При невозможности геометризации и оконтуривания промышленных (технологических) типов и сортов руд их количество и качество в подсчетном блоке определяется статистически.

69. При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику месторождений плавленого шпата.

Запасы категории А при разведке подсчитываются только на месторождениях 1-й группы на участках детализации в блоках, оконтуренных со всех сторон разведочными выработками. На разрабатываемых месторождениях запасы категории А подсчитываются 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 1-й и 2-й групп. К ним относятся запасы, выделенные на участках детализации или в пределах других частей рудных тел, степень разведанности которых соответствует требованиям Классификации к этой категории.

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

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

К категории  $C_1$  относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть скважин, а достоверность полученной при этом информации подтверждена на разрабатываемых месторождениях данными эксплуатации, а на новых месторождениях – результатами, полученными на участках детализации.

Контур 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.

Ширина экстраполяции также не должна превышать по простиранию расстояний между выработками, принятых для категории  $C_1$ , а по падению – высоты эксплуатационного горизонта.

Запасы категории  $C_2$  подсчитываются по конкретным рудным телам 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 флюорита.

Ширину зоны экстраполяции для категорий запасов  $C_1$  и  $C_2$  каждом конкретном случае необходимо обосновать фактическими данными. Не допускается экстраполяция в сторону разрывных нарушений, расщепления и выклинивания рудного тела, ухудшения каче-

ства руд и горно-геологических условий их разработки.

70. Запасы подсчитываются раздельно по категориям разведанности, способам отработки (карьерными, штольневыми горизонтами, 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.

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

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

71. 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.

72. 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.

73. 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 и (или) качество руд не подтвердились при разработке или необходимо введение поправочных коэффициентов в ранее утвержденные па-

раметры 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 эксплуатационной разведке или разработке утвержденных уполномоченным экспертным органом подсчетных параметров (площадей подсчета, мощностей рудных тел, содержаний полезных компонентов, объемных масс и т. д.), запасов и качества руд, а также выяснить причины этих изменений.

74. 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 двумерного 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 опробования 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 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 блоках, рудных телах и по месторождению в целом, 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 путем сравнения с результатами традиционных методов подсчета запасов на представительных участках.

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

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

77. 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.

## **7. Степень изученности месторождений (участков месторождений)**

По степени изученности месторождения (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 Министра природных ресурсов Российской Федерации от 7 марта 1997г. № 40.

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

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

Параметры кондиций для подсчета запасов должны быть установлены на основе технико-экономического обоснования временных разведочных кондиций, разрабатываемых на основе отчетов о результатах оценочных работ для новых открытых месторождений, как в целом, так и по отдельным их частям, в объеме, достаточном для предварительной геолого-экономической оценки месторождения.

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

Соображения о способах и системах разработки месторождения, возможных масштабах добычи обосновываются укрупненно 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 проективных аналогов.

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

Рассматривается и оценивается возможное влияние отработки месторождений на окружающую среду.

Для детального изучения морфологии оруденения, вещественного состава руд и разработки технологических схем обогащения и переработки руд на оцененных месторождениях (участках) может осуществляться опытно-промышленная разработка (ОПР). ОПР проводится в рамках проекта разведочной стадии работ по решению государственной экспертизы материалов подсчета запасов в течении 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 (изменчивость морфологии и внутреннего строения рудных тел), горно-геологических и инженерно-геологических условий отработки, технологии добычи руд и их обогащения (природные разновидности и технологические типы руд и их взаимоотношения, особенности обогащения, полупромышленные испытания и т.д.); решение 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.

79. На разведанных месторождениях качество и количество запасов, их технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические 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 для проектирования строительства или реконструкции на их базе горнодобывающего предприятия.

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

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

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

Рациональное соотношение запасов различных категорий определяется недропользователем с учетом допустимого предпринимательского риска. Возможность полного или частичного использования запасов категории  $C_2$  при проектировании отработки месторождения определяется в каждом конкретном случае по результатам государственной геологической экспертизы 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.

## **8. Пересчет и переутверждение запасов**

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

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

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

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

изменении требований промышленности к качеству минерального сырья;

когда общее количество балансовых запасов, списанных и намечаемых к списанию как неподтвердившихся (в процессе дополнительной разведки, эксплуатационной разведки и разработки месторождения), а также не подлежащих отработке по технико-экономическим причинам, превышает нормативы, установленные действующим положением

нием 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 ( $\lambda_p$ ) к общей длине пересечений в пределах продуктивной зоны (в границах промышленного оруденения –  $\lambda_o$ ):

$$K_p = \frac{\lambda_p}{\lambda_o}. \quad (1.1)$$

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):

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

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.