

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

**Магнезит и брусит**

**Москва, 2007**

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

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

**Методические рекомендации** по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Магnezит и брусит.

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

# Магнезит и брусит

## I. Общие сведения

1. Настоящие Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (магнезита и брусита) (далее – Методические рекомендации) разработаны в соответствии с Положением о Министерстве природных ресурсов Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 22 июля 2004 г. № 370 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 31, ст.3260; 2004, № 32, ст. 3347, 2005, № 52 (Зч.), ст. 5759; 2006, № 52 (Зч.), ст. 5597), Положением о Федеральном агентстве по недропользованию, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 293 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 26, ст. 2669; 2006, №25, ст.2723), Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278, и содержат рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых в отношении магнезита и брусита.

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. **Магнезит** – минерал, природный карбонат магния, имеет теоретический состав 47,62 % MgO и 52,38 % CO<sub>2</sub>. Обычно содержит изоморфные примеси Fe, Ca и Mn, при увеличении их количества переходит в другие карбонаты, характерен изоморфный ряд: магнезит MgCO<sub>3</sub> – брейнерит (Mg, Fe)CO<sub>3</sub> – сидерит FeCO<sub>3</sub>. Цвет магнезита зависит от характера примесей и изменяется от белого до черного. Твердость 3,5–4,5, плотность 3,0 г/см<sup>3</sup>.

В промышленности под названием «магнезит» понимается также карбонатная горная порода кристаллического или аморфного строения, состоящая в основном из минерала магнезита с примесями гидромагнезита, доломита, кальцита, талька, хлорита, глинистого и углистого вещества, оксидов железа и других минералов.

**Брусит** – природная кристаллическая гидроксид магния Mg(OH)<sub>2</sub> содержит до 69 % MgO. В брусите магний иногда частично замещается железом – ферробрусит, марганцем – манганбрусит. Цвет брусита белый, зеленоватый или коричневатый, серый, желтый; манганбрусита – буро-красный; твердость 2,5–3, плотность 2,4 г/см<sup>3</sup>.

Брусит является породообразующим минералом одноименных пород а также бруситовых мраморов– пенкатилов и предацитов. В бруситах в качестве примесей преобладает доломит, магнезит, серпентин, форстерит. В составе пенкатилов наряду с бруситом в подчиненном количестве присутствуют карбонаты – кальцит, доломит или магнезит; нередко наблюдаются зерна пирротина. Преациты сложены преимущественно кальцитом, брусит содержится в подчиненном количестве. Встречается волокнистый асбестовый брусит – немалит, редко – бруситы с примесью цинка и никеля.

Основные диагностические признаки, химические и физические свойства магнезита и брусита приведены в табл. 1.

4. Магнезит в природном виде в народном хозяйстве практически не используется;

имеются опыты по его применению для известкования и обогащения магнием кислых почв. Однако для этой цели обычно используют более дешевые доломит и известняк.

Таблица 1

**Основные химические и физические свойства магнезита и брусита**

Свойства	Магнезит	Брусит
Химическая формула	MgCO <sub>3</sub>	Mg(OH) <sub>2</sub>
Примеси	Fe, Mn, Ca	Mn, Fe, Ca
Разновидности	Брейнерит, сидерит	Немалит, ферробрусит, манган-брусит
Содержание компонентов, %	MgO – 47,6; CO <sub>2</sub> – 52,4	MgO – 69,0; H <sub>2</sub> O – 31
Сингония	Тригональная	Тригональная
Внешний облик	Кристаллические агрегаты, реже землистые и аморфные формы	Кристаллические, плотные, листоватые, чешуйчатые, реже волокнистые агрегаты
Цвет	Белый, серый	Белый, серый, голубовато-зеленый
Блеск	Стеклообразный, тусклый	Перламутровый, стеклянный
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,9 – 3,1	2,4
Твердость	4,0–4,5	2,5–3,0
Спайность	Совершенная	Весьма совершенная, слюдоподобная
Хрупкость	Хрупкий	Расщепляется на пластинки, волокна
Температура диссоциации, °С	580–680	490
Уд. магнитная восприимчивость	-0,38 × 10 <sup>-3</sup>	Диамагнитен
Электропроводность, Ом·м	10 <sup>6</sup> –10 <sup>9</sup>	Н/св.
Диэлектрическая проницаемость	4,4 – 10,6	Пироэлектрический диэлектрик
Растворимость	Разлагается при нагревании в кислотах	Разлагается в кислотах
Люминесцентность	В УФ – голубой, в катодном – малиновый	В УФ – голубоватый, темно – малиновый

В промышленности магнезит применяется в основном после предварительного обжига. При обжиге до 750–1000 °С магнезит теряет 92–94 % CO<sub>2</sub> и превращается в оксид магния, представляющий собой белую аморфную порошокатую массу (каустический магнезит). При более высокой температуре обжига (до 1500–1700 °С) удаляется практически весь диоксид углерода, оксид магния претерпевает перестройку молекулярной структуры и образуется плотный спекшийся инертный продукт, называемый «намертво» обожженным магнезитом или огнеупорной магнезией.

Обжиг магнезита для получения «намертво» обожженного магнезита (спеченных порошков) производится в шахтных и вращающихся печах. Отходы от обжига представлены каустическим магнезитом, образующимся из осаждающихся в пылевых каме-

рах и мультициклонах пылеватых частиц, выносимых газовым потоком из зоны каустизации печей (750–1000 °С). Каустический магнезит кроме аморфного оксида магния, в качестве примесей содержит как необожженный, так и обожженный при температуре выше 1000 °С магнезит, а также золу топлива.

При температуре до 2800 °С в электродуговых печах оксид магния плавится и образуется плавленный периклаз, обладающий кристаллическим строением, высокой твердостью и огнеупорностью, используемый для производства особо ответственных огнеупорных изделий.

Из брусита при аналогичной переработке получают более дешевый периклаз высокой чистоты.

5. Применение магнезита обусловлено сочетанием благоприятных физико-химических свойств получаемой на его основе продукции: высокой огнеупорности, шлакоустойчивости, вяжущих свойств, теплоемкости, способности сохранять постоянство объема при длительном воздействии высоких температур, прочности, износоустойчивости. Применяются, в основном, следующие продукты, получаемые при разной технологии производства: каустический магнезит с содержанием MgO 75–90 %, намертво обожженный (спеченные порошки с содержанием MgO 86–92 %) и электроплавленный периклаз (с содержанием MgO 95–97 %). Из этих продуктов производится широкий ряд материалов и изделий для разных отраслей промышленности.

Основной потребитель магнезита (свыше 80 %) – огнеупорная промышленность. Получаемые из магнезита после обжига или плавления спеченные металлургические порошки или плавленный периклаз используются для изготовления магнезитовых, хромо-магнезитовых, магнезито-хромитовых огнеупорных изделий, которые применяются для кладки мартеновских, электроплавильных и других высокотемпературных печей и для футеровки вращающихся цементных печей. Металлургический магнезитовый порошок используется также для наварки подин сталеплавильных печей и для их ремонта.

Содержащиеся в природном магнезите примеси в процессе обжига при высоких температурах соединяются с оксидом магния и образуют новые минералы. Особенно вредной примесью является оксид кальция. При его избытке в огнеупорах присутствует свободная известь, способная гидратировать с резким увеличением объема, что вызывает появление трещин и иногда полное разрушение изделий. Примесь кремнезема при малом количестве кальция приводит к образованию малостойкого при воздействии шлаков и температур свыше 1750 °С форстерита. При значительном содержании кальция и отношении CaO:SiO<sub>2</sub> менее 1,87 (в молях) в изделиях образуются недостаточно огнеупорные и стойкие минералы – монтичеллит и мервинит (CaO·MgO·SiO<sub>2</sub> и 3CaO·MgO·2SiO<sub>2</sub>).

Примесь глинозема в количестве до 5–8 % способствует образованию шпинелевой связи, которая повышает термическую стойкость магнезитовых изделий при резких температурных перепадах без заметного снижения огнеупорных свойств. Наличие оксида железа также приводит к образованию связи, но при этом наблюдается значительное снижение огнеупорности. Глинозем и оксиды железа обычно присутствуют в огнеупорных изделиях на магнезитовой основе в незначительных количествах, в связи с чем их содержания не учитываются нормирующими показателями государственных стандартов и технических условий.

Второй по значению потребитель магнезита – производство вяжущих материалов, где используется каустический магнезит (с содержанием MgO не менее 75 %, CaO не более 4,5 %, SiO<sub>2</sub> не более 3,5 %, F<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> не более 3,5 % и п.п.п. не более 18 %). Каустический магнезит с концентрированным раствором хлористого или серноокислого

магния образует магнезиальный цемент («цемент Сореля»), обладающий высокими вяжущими свойствами. Этот цемент применяется для производства различных строительных (фибролит, ксилолит и др.), термоизоляционных, звукоизоляционных материалов, искусственных жерновов и абразивных кругов. Из каустического магнезита получают металлический магний, фосфаты магния, производят жженую магнезию для получения резиновых изделий, а также сернистый магний для получения химических и фармацевтических препаратов.

В электротехнической промышленности магнезит (в виде периклаза) используется при получении керамики, применяющейся для изготовления радиодеталей, в качестве наполнителя в трубчатых электронагревателях, для получения запрессовочной массы в бытовых электронагревательных приборах и для других электротехнических целей.

Магнезит применяется также в качестве флюсующей добавки в производстве некоторых видов фарфора и фаянса, санитарной керамики.

В целлюлозно-бумажной промышленности магнезит применяется как слабощелочной реагент при варке целлюлозы, для обработки бумаги под прессами и как наполнитель пленочных покрытий бумаги.

В пищевой промышленности используется гидрат оксида магния  $Mg(OH)_2$  при рафинировании сахара.

Кроме того, магнезит нашел применение в производстве пластмасс, абсорбентов, красок, стеклоизделий, удобрений и в других отраслях.

6. Брусит является довольно уникальным магнезиальным сырьем, благодаря своему составу и технологическим особенностям переработки. При обжиге он менее энергоемкий, чем магнезит, и, кроме того, при его разложении выделяется вода, не загрязняющая природную среду. Брусит используется как в сыром, так и в обожженном виде. В сыром виде его применение весьма эффективно в качестве слабощелочного реагента в производстве целлюлозы в связи с многократной оборачиваемостью и отсутствием сброса щелоков в водоемы. При обжиге диссоциация брусита происходит при меньшей температуре, чем магнезита, а обожженный продукт обладает очень высокими электротехническими свойствами, благодаря ничтожному количеству примесей и представляет собой электротехнический периклаз высшего качества. При электроплавке получается очень плотный агрегат с повышенной теплопроводностью и электроизоляционными свойствами. Каустическая магнезия, получаемая из брусита, обладает высокой химической активностью и пригодна для получения широкого ассортимента магнезиальных химических продуктов, используемых во многих отраслях промышленности.

По сравнению с отечественным применением, за рубежом брусит используется очень широко, в том числе, в производстве вискозы, пластмасс, гидрометаллургии урана, рафинировании сахара, виноделии, покрытии сварочных электродов, получении керамических изделий, термоизоляционных материалов, стеклоизделий, конструкционных материалов электронного, ядерного и ракетного оборудования, инфракрасной и ультрафиолетовой оптики, добавки в топливо, водо- и газоочистка, наполнителя бумаги, подложного материала и др.

Специальные технические требования к качеству брусита отсутствуют, качество получаемых из него продуктов оценивается по государственным стандартам и техническим условиям на продукты, получаемые из магнезита или на продукцию других отраслей.

7. Единые требования к качеству магнезита, используемого в промышленности, отсутствует. Требования различных отраслей к данному сырью и получаемой продукции в зависимости от области применения регламентируются соответствующими государст-

венными стандартами и техническими условиями, утвержденными в установленном порядке.

Для производства огнеупоров применяется магнезит, содержащий не менее 42 % оксида магния, не более 2,5 % оксида кальция и не более 2 % кремнезема. Магнезит с содержанием оксида магния не менее 38 % может использоваться для получения магнезиальных вяжущих, и некоторых других назначений.

Для получения плавленного периклаза и огнеупоров на периклазовой основе могут использоваться высококачественные магнезиты (с содержанием MgO не менее 45,5 %) и бруситы с содержанием не менее 62 % оксида магния, не более 3 % оксида кальция и не более 3 % кремнезема. Для получения электротехнического периклаза и в целлюлозно-бумажном производстве в настоящее время используются магнезиты с содержанием MgO не менее 46 % и бруситы с содержанием оксида магния не менее 65 %, оксида кальция не более 1,0 %, кремнезема не более 8,0 % и оксида железа не более 0,2 %.

В настоящее время при совершенствовании металлургических процессов идет ужесточение требований к качеству сырья, и в частности, к содержанию примесей в товарной магнезии. Так, высококачественная огнеупорная магнезия должна содержать не менее 98 % MgO (после обжига), а для ответственных видов – более 99 %. При этом, не нормировавшиеся ранее примеси оксидов железа теперь играют важную роль в оценке сырья и товарных продуктов. Все типы товарной магнезии разграничиваются именно по содержанию MgO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, хотя требование о низком содержании Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> имеет ограниченное значение, а при производстве некоторых огнеупорных изделий, наоборот, вводятся оксиды железа, как минерализаторы, поэтому существуют товарные сорта с высоким содержанием железа

8. По условиям образования месторождения магнезита относятся к двум формационным типам – терригенно-карбонатному и ультрамафитовому.

Терригенно-карбонатный формационный тип связан с континентальными и морскими отложениями и подразделяется на гипергенный осадочный континентальный генетический тип и гипергенный осадочный морской генетический тип.

Главным источником получения магнезита являются месторождения осадочного морского типа, связанные с терригенно-карбонатными (доломитовыми) комплексами, относящимися к широкому возрастному интервалу – от докембрия до мезозоя. Они располагаются в миогеосинклинальных зонах, обрамляющих кратоны.

Отечественные месторождения подразделяются на рифейские (Саткинские на Урале, Киргитейское, Верхотуровское, Тальское и другие в Красноярском крае, Сафонихинское на Дальнем Востоке) и раннепротерозойские (Савинское и Онотское в Иркутской области). Месторождения представлены обычно очень крупными (протяженность до километра и более, мощность десятки и сотни метров) пласто- и линзообразными залежами качественных кристаллических магнезитов. Для раннепротерозойских месторождений характерна высокая степень метаморфизма и, как следствие, наличие в магнезитах силикатов (тальк, энстатит, форстерит, брусит и др.).

Континентальные осадочные магнезитовые месторождения приурочены к русловым или озерным фациям, развитым в депрессиях или в бессточных впадинах, находящихся или непосредственно на ультрамафитовых массивах, подверженных выветриванию, или в непосредственной близости от них. Подобные кайнозойские месторождения известны в Турции, Греции, Сербии. В Австралии открыто очень крупное месторождение подобного типа с запасами в сотни миллионов тонн.

Ультрамафитовый формационный тип подразделяется на гипогенный и гипергенный генетические типы. Первый представлен тальк-магнезитовым камнем, слагающим

очень крупные месторождения. Однако, качество руд не высокое, из-за повышенного содержания вредных примесей, особенно железа, и поэтому не находят применение для производства ответственных изделий. Месторождения имеются на Урале (Сыростанское, Шабровское, Веселянское). Гипергенные месторождения связаны с корами выветривания ультраосновных пород и представлены жильными, штокообразными, гздообразными телами пелитоморфного магнезита довольно сложной конфигурации, непостоянством качественного состава, что предопределяет сложности их эксплуатации. В России известно Халиловское месторождение в Оренбургской области.

Месторождения мономинеральных бруситов в мире очень редки (единицы), одно из них – Кульдурское – находится в России на Дальнем Востоке. Месторождения являются гидротермально-метасоматическими, имеют прямую генетическую связь с магнетитами и образовались по ним в зонах контактового метаморфизма под воздействием гипабиссальных и субвулканических интрузий. Протяженность рудных тел в контактных ореолах измеряется сотнями метров и мощностью – десятки метров. Качество сырья, обычно, очень высокое.

В России разрабатываются месторождения кристаллических магнезитов осадочно-метаморфического типа (в Челябинской области и Красноярском крае), Халиловское месторождение пелитоморфных магнезитов в Оренбургской области (кора выветривания ультраосновных пород) – только для получения каустического магнезита и Кульдурское месторождение брусита в Еврейской АО (гидротермально-метасоматического типа).

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

9. По размерам и форме залежей, изменчивости их мощности, внутреннего строения и качественных показателей месторождения магнезита и брусита соответствуют 2- и 3-й группам «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

Ко 2-й группе относятся месторождения осадочно-метаморфического типа, представленные пластообразными и линзообразными залежами сравнительно простой формы с невыдержанным качеством полезного ископаемого, с осложнением формы разрывными и складчатыми нарушениями и крупными дайками (Саткинская группа месторождений, Савинское). Этой же группе соответствуют месторождения магнезита, сложенные крупными штокообразными залежами с невыдержанным качеством полезного ископаемого (Тальское в Красноярском крае).

К 3-й группе относятся месторождения магнезита разных генетических типов, представленные линзообразными залежами с изменчивой мощностью, осложненные раздувами и пережимами, иногда – разрывными нарушениями или интенсивной складчатостью (Киргитейское в Красноярском крае, Ельничное в Челябинской области); залежами штокообразной формы сложной конфигурации (Рыбинское в Красноярском крае), а также Кульдурское месторождение брусита, представленное линзовидными залежами сложного строения, разбитыми на блоки крупными тектоническими нарушениями. Качество полезных ископаемых невыдержанное, нередко наблюдаются чередование слоев с разными содержаниями полезного компонента и безрудные «окна».

Месторождения 4-й группы в настоящее время не имеют промышленного значения.

10. Принадлежность месторождения к той или иной группе устанавливается, исхо-



для из степени сложности геологического строения основных тел полезного ископаемого, заключающих не менее 70 % запасов месторождения. На крупных месторождениях при несоблюдении этого условия определение группы производится дифференцированно для отдельных участков месторождения, состоящих из сближенных тел полезного ископаемого.

### **III. Изучение геологического строения месторождений и вещественного состава полезного ископаемого**

11. По разведанному месторождению необходимо иметь топографическую основу, масштаб которой соответствовал бы его размерам, особенностям геологического строения и рельефу местности. Топографические карты по месторождениям магнезита и брусита составляются в масштабах 1:1000–1:10 000 в зависимости от крупности месторождения и сложности рельефа.

Все разведочные и эксплуатационные выработки (скважины, канавы, шурфы, траншеи, штольни, карьеры и др.), профили детальных геофизических наблюдений, естественные обнажения тел полезного ископаемого 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 1:200–1:1000, сводные погоризонтные планы – в масштабе не мельче 1:1000. Для скважин вычисляются координаты точек пересечения ими кровли и подошвы продуктивной залежи и строятся проложения их стволов на планах и разрезах.

12. Геологическое строение месторождения должно быть детально изучено и отображено на геологических картах масштаба 1:1000–1:10 000 (в зависимости от размеров и сложности месторождения), геологических разрезах, планах, проекциях, а в необходимых случаях – на блок-диаграммах и моделях. Геологические и геофизические материалы должны давать представление о размерах и форме продуктивных залежей, условиях их залегания, качестве магнезитов и бруситов, внутреннем строении, характере выклинивания, закарстованности, трещиноватости, макропустотности, тектонической нарушенности тел полезного ископаемого, характере их взаимоотношения с литолого-петрографическими комплексами вмещающих пород, складчатыми структурами в степени, необходимой и достаточной для обоснования подсчета запасов. Эти материалы должны отражать также строение кровли и подошвы продуктивных залежей, изменение по простиранию и падению мощности, вещественного состава полезного ископаемого. Следует обосновать геологические границы месторождения и поисковые критерии, определяющие местоположение перспективных участков\*.

13. Выходы на поверхность и приповерхностные части залежей магнезита и брусита должны быть изучены канавами, шурфами, расчистками и неглубокими скважинами (при благоприятном рельефе короткими штольнями с применением геофизических методов и опробованы с детальностью, позволяющей установить мощность и состав покровных отложений, гипсометрию коренных пород, морфологию и условия залегания тел полезного ископаемого, глубину развития и строение зон химического и физическо-

---

\* По району месторождения представляются геологическая карта и карта полезных ископаемых масштаба 1:25 000–1:50 000 с разрезами, которые должны отражать геологическое строение района, а также площадей, перспективных на выявление новых месторождений. Результаты проведенных в районе геофизических исследований следует учесть на геологических картах и разрезах к ним и отразить на сводных планах интерпретации геофизических аномалий в масштабе представляемых карт.

го выветривания залежей, особенности изменения вещественного состава, технологических свойств. На участках развития поверхностного карста необходимо изучить степень его развития по площади.

14. Разведка месторождений магнезита и брусита на глубину проводится, в основном, скважинами колонкового бурения с использованием геофизических методов исследований – наземных и в скважинах. Горные выработки проходятся, главным образом, для изучения приповерхностных частей месторождения, а также для контроля данных бурения, определения объемной массы и отбора технологических проб. При благоприятном рельефе поверхности месторождения, небольшой глубине залегания продуктивных залежей целесообразна проходка штолен. Необходимость проходки горных выработок, их тип, объемы, назначение и соотношение со скважинами должны определяться в каждом конкретном случае исходя из особенностей геологического строения месторождения и рельефа местности.

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 продуктивных залежей 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 пространственной изменчивости качества и текстурно-структурных особенностей полезного ископаемого, а также возможность обеспечения достаточно высокого выхода ненарушенного керна при бурении. Следует учитывать также сравнительные технико-экономические показатели и сроки выполнения работ по различным вариантам разведки.

Продуктивная толща разведывается, как правило, на всю глубину или до принятого в ТЭО кондиций горизонта разработки месторождения. В последнем случае необходима проходка единичных структурных скважин до глубины их возможной разработки открытым способом или штольнями.

При сложном рельефе дневной поверхности и поверхности полезной толщи проходятся дополнительные выработки с целью установления характера распределения вскрышных пород, а также для выявления и оконтуривания крупных карстовых образований, древних размывов, зон выветривания, изучения тектонических нарушений и т. д.

Для литологического расчленения разреза, оконтуривания площади распространения магнезита и брусита, установления мощности и строения пород вскрыши, изучения рельефа поверхности полезной толщи, выявления крупных тектонических нарушений и карстовых полостей, а также для изучения трещиноватости пород целесообразно использовать наземные геофизические методы разведки. Рациональный комплекс геофизических исследований устанавливается исходя из конкретных геологических особенностей месторождения.

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. Рациональный комплекс каротажа, эффективный для определения глубин залегания и мощностей залежей полезного ископаемого и породных прослоев, определения радиоактивности, выявления тектонических нарушений и карстовых полостей, а

также изучения трещиноватости пород на глубине целесообразно выполнять во всех скважинах, пробуренных на месторождении.

Данные каротажа могут использоваться для корректировки бурения и как самостоятельный фактический материал при соблюдении требований, предусмотренных соответствующими инструкциями по геофизическим методам и при наличии материалов, подтверждающих их достоверность. Достоверность данных каротажа должна подтверждаться сопоставлением их с результатами бурения по скважинам, характеризующим основные типы полезного ископаемого на месторождении, по интервалам с высоким выходом керна. Причины значительных расхождений между геологическими и геофизическими данными должны быть установлены и изложены в отчете с подсчетом запасов.

15. По скважинам колонкового бурения должен быть получен максимальный выход керна хорошей сохранности в объеме, обеспечивающем выяснение с необходимой полнотой особенностей залегания тел полезного ископаемого и вмещающих пород, их мощности, внутреннего строения залежей, характера окolorудных изменений, распределения природных разновидностей магнезита и брусита, их текстуры и структуры, а также представительность материала для опробования. Практикой геологоразведочных работ установлено, что выход керна для этих целей должен быть не менее 80 % по каждому интервалу, представленному магнезитом или бруситом. Достоверность определения выхода керна по полезному ископаемому необходимо систематически контролировать. При низком выходе керна должны приниматься меры по его повышению (бурение укороченными рейсами, без промывки и др.). Следует изучить также влияние на выход керна результатов карстообразования.

В вертикальных скважинах глубиной более 100 м и во всех наклонных, включая подземные, не более чем через каждые 20 м должны быть определены и подтверждены контрольными замерами азимутальные и зенитные углы стволов скважин. Результаты этих измерений необходимо учитывать при построении геологических разрезов, погоризонтных планов и расчете мощностей продуктивных интервалов. При наличии подсечений стволов скважин горными выработками результаты замеров проверяются данными маркшейдерской привязки. Для скважин необходимо обеспечить пересечение ими рудных тел под углами не менее  $30^\circ$ . При разведке крутопадающих тел для получения их пересечений под большими углами следует применять наклонное бурение и искусственное искривление скважин.

При наклонном или крутом падении и большой мощности полезной толщи глубина, углы наклона и расстояния между скважинами должны обеспечить получение перекрытого разреза по разведочной линии. Если при этом полезная толща вскрывается с поверхности канавами, а на глубине – скважинами или горными выработками, то необходимо производить увязку слоев и пачек, вскрытых этими разведочными выработками.

16. Поверхностные и подземные горные выработки (при необходимости их проходки) используются для детального изучения условий залегания, морфологии, внутреннего строения тел полезного ископаемого, их сплошности, вещественного состава, а также контроля данных бурения, геофизических исследований и отбора технологических проб. Горные выработки следует проходить на участках детализации, а также на горизонтах месторождения, намеченных к первоочередной отработке.

17. Расположение разведочных выработок и расстояния между ними должны определяться с учетом геологических особенностей месторождения, условий залегания, морфологии, размеров и характера размещения тел полезного ископаемого, выдержанности их мощности, вещественного состава и качества, а также предполагаемого спосо-

ба разработки.

Приведенные в табл.2 обобщенные сведения о плотности сетей, применявшихся при разведке месторождений магнезита и брусита 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.

При разведке месторождений брусита ориентировка разведочной сети должна учитывать два преобладающих направления изменчивости: по мощности слоистой толщи и вкрест контакта с главным интрузивом.

18. Для подтверждения достоверности запасов отдельные участки и горизонты месторождений должны быть разведаны более детально. Эти участки следует изучать и опробовать по более плотной разведочной сети относительно принятой на остальной части месторождения. На месторождениях 2-й группы запасы на таких участках или горизонтах 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>.

Таблица 2

**Обобщенные данные о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся при разведке месторождений магнезита и брусита в странах СНГ**

Группа месторождений	Тип месторождений	Расстояния между разведочными выработками (в м) для категорий за-			
		В		С <sub>1</sub>	
		по простиранию	по падению	по простиранию	по падению
2-я	Пластообразные и линзообразные залежи сравнительно простой формы с невыдержанным качеством полезного ископаемого; залегание часто осложнено разрывными и складчатыми нарушениями, интрузивными	50–100	25–50	100–200	50–100
3-я	Средние и мелкие пластообразные и линзообразные залежи очень сложного строения (с раздувами, пережимами и ответвлениями) и мелкие штокообразные залежи изменчивой формы с невыдержанным качеством	–	–	25–50	25–50
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,.					

Участки детализации должны отражать особенности условий залегания и форму продуктивных залежей, вмещающих основные запасы месторождения, а также преобладающее качество полезного ископаемого. По возможности они располагаются в контуре

запасов, подлежащих первоочередной обработке. В тех случаях, когда такие участки не характерны для всего месторождения по особенностям геологического строения, качеству полезного ископаемого и горно-геологическим условиям, должны быть детально изучены также участки, удовлетворяющие этому требованию. Размеры и количество участков детализации на месторождениях определяются в каждом конкретном случае недропользователем.

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

19. Все разведочные выработки и выходы продуктивных тел на поверхность должны быть задокументированы. Результаты опробования выносятся на первичную документацию и сверяются с геологическим описанием.

При документации выработок необходимо фиксировать литологический состав, структуры и текстуры пород продуктивной толщи, ее трещиноватость и отдельность, степень выветрелости. Слоистые толщи должны быть расчленены на слои и пачки, различающиеся по литологическому составу, физико-механическим свойствам и степени трещиноватости пород и подразделены на фациально-литологические или текстурные разновидности. При документации следует отмечать изменения пород полезной толщи в зонах контакта с вмещающими породами, жилами и дайками, развитыми внутри полезной толщи, наличие окремнения, кальцитизации и доломитизации и других эпигенетических изменений, каверны, зоны дезинтегрированных пород, тектонических нарушений и дроблений, характер и интенсивность карстопроявления и выветривания.

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 опробования (выдержанность сечения и массы проб, соответствие их положения особенностям геологического строения участка, полноту и непрерывность отбора проб, наличие и результаты контрольного опробования).

20. Для изучения качества полезного ископаемого, его оконтуривания и подсчета запасов, все продуктивные интервалы, вскрытые разведочными выработками или установленные в естественных обнажениях, должны быть опробованы.

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

Пробы отбираются с целью определения химического состава полезного ископаемого, изучения его физико-механических свойств, проведения технологических испытаний.

Пробы для изучения химического состава магнезита и брусита отбираются из каждой вскрывшей полезное ископаемое выработки послойно, отдельно по литологическим разновидностям полезного ископаемого и породным прослоям. При выборе интервалов опробования следует учитывать особенности строения продуктивных залежей, а также установленные кондициями мощности тел полезного ископаемого и некондици-

онных прослоев. Природные разновидности полезного ископаемого должны быть опробованы отдельно – секциями; длина каждой секции (рядовой пробы) определяется внутренним строением полезного ископаемого, изменчивостью его вещественного состава, текстурно-структурных особенностей, физико-механических и других свойств руд. Обычно для магнезита и брусита опробование производится секциями в 1–2 м, при однородном строении полезной толщи и выдержанном качестве сырья – 3–4 м. На месторождениях с хорошо изученным строением и составом полезной толщи размер секций может быть увеличен, но не более проектной высоты уступа карьера. Прослой пустых пород, селективная обработка которых невозможна, включаются в пробу. В обязательном порядке опробуются породы, выполняющие карстовые пустоты, с целью определения возможности их промышленного использования или исключения из подсчета запасов в случае непригодности.

21. Способ опробования, сечение и длина опробуемых интервалов, начальная масса и количество отбираемых проб зависят от характера испытаний, для которых отбираются пробы, а также от размеров залежей магнезита и брусита, их условий залегания, морфологии и внутреннего строения, распределения структурно-литологических и петрографических разностей 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 сокращения нерациональных затрат труда и средств на отбор и обработку проб рекомендуется интервалы, подлежащие опробованию, предварительно наметить по данным каротажа.

22. 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, на новых объектах – устанавливается экспериментальным путем. Пробы необходимо отбирать в направлении максимальной изменчивости вещественного состава продуктивного горизонта; в случае пересечения залежей 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 тела полезного ископаемого с выходом во вмещающие породы (по разреженной сети выработок) на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с условиями в промышленный контур;

природные разновидности магнезита и брусита должны быть опробованы отдельно.

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 оп-

робованию 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. В пробу, как правило, отбирается половина керна. При малом диаметре скважин и из рыхлых разностей пород в пробу поступает весь материал, полученный при бурении, который в дальнейшем сокращается до необходимой при исследовании массы. Часть материала от сокращения оставляют как дубликат пробы.

Опробование в горных выработках и обнажениях обычно проводится бороздовым способом посекционно на всю вскрытую мощность полезной толщи с учетом изменения литологических особенностей пород. При наличии подземных горных выработок, пройденных для заверки сплошности магнетитовых и бруситовых залежей, опробование производится в забоях.

Вследствие различия физико-механических свойств, слагающих полезное ископаемое минералов, при отборе бороздовых проб возможно выкрашивание из стенок и попадание в пробу магнетита (брусита), что приведет к завышенной оценке содержания полезного ископаемого. Поэтому при наличии избирательного выкрашивания технология отбора должна быть обоснована экспериментально.

Сечение борозд принимается экспериментально, в зависимости от степени однородности пород и составляет чаще всего 3×5 или 5×10 см, что обеспечивает нормальную массу пробы 10–15 кг.

23. Качество опробования по каждому принятому методу и способу и по основным разновидностям полезного ископаемого необходимо систематически контролировать, оценивая точность и достоверность результатов. Следует своевременно проверять положение проб относительно элементов геологического строения, надежность оконтуривания продуктивных залежей 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 ±10–20 % с учетом изменчивости объемной массы породы).

Контроль кернового опробования осуществляется отбором проб из вторых половинок керна и каротажем скважин. При наличии значительных расхождений необходимо произвести их сопоставление с результатами опробования скважин большего диаметра или валового опробования сопряженных горных выработок.

Для установления избирательного истирания керна и оценки его влияния на достоверность опробования следует для каждой разновидности магнетитов и бруситов уже на ранних стадиях разведки также сопоставлять результаты опробования керна с данными опробования скважин большего диаметра или горных выработок, средние содержания определяемых компонентов при различных выходах керна, определять содержания магнетита (брусита) в шламе и мути.

Точность бороздового опробования следует контролировать сопряженными бороздами того же сечения.

Достоверность принятых методов и способов опробования скважин и горных выработок контролируется более представительным способом, руководствуясь соответствующими нормативно-методическими документами. Керновое опробование там, где это возможно, заверяется проходкой шурфов, а на эксплуатируемых месторождениях – сравнением с данными эксплуатационной разведки и результатами отработки. Для этой цели также необходимо использовать данные технологических проб, валовых проб, отобранных для определения объемной массы в целиках, и результаты отработки месторождения.

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

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

Качество обработки должно систематически контролироваться по всем операциям, в части обоснованности коэффициента  $K$ , соблюдения схемы обработки, а также возможности обогащения и разубоживания проб в процессе обработки (за счет загрязнения материалов проб в дробильных аппаратах, ситах и т. д.).

Для месторождений магнезита величина коэффициента  $K$  обычно принимается от 0,05 при однородном до 0,1 при неоднородном качестве полезного ископаемого или при содержании в них вредных компонентов, близком к предельному по кондициям. Опыт разведки месторождений брусита недостаточен для обоснованных рекомендаций по выбору оптимальной величины коэффициента  $K$ .

25. Минеральный и химический состав полезных ископаемых следует изучить с учетом возможных направлений их промышленного использования. Должны быть изучены минеральные формы вредных примесей. Перечень определяемых компонентов в каждом конкретном случае устанавливается с учетом требований производства, для которого разведуются магнезит и брусит, или соответствующих государственных стандартов.

Содержания компонентов должны быть установлены анализом проб химическими или другими методами, предусмотренными государственными стандартами или утвержденными Научным советом по аналитическим методам (НСАМ) и Научным советом по методам минералогических исследований (НСОММИ).

В послонных (секционных) пробах должны быть определены содержания  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_3$ ,  $H_2O$ ,  $CO_2$  и потери при прокаливании (п.п.п.). На начальных стадиях изучения месторождения следует определить в полезном ископаемом содержания  $TiO_2$ ,  $Sr_2O$  и  $BaSO_4$ .

На стадии разведки комплекс испытаний рядовых проб с целью сокращения времени и средств на их проведение может быть уменьшен. Все отобранные пробы на этой стадии анализируются с определением содержания  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$  и п. п. п. При разведке месторождений брусита, кроме перечисленных выше компонентов, определяется гигроскопическая влажность.

По групповым пробам, составленным путем объединения навесок из материала дубликатов рядовых проб с одинаковой степенью измельчения, характеризующих определенные типы и сорта сырья, и массой, пропорциональной длине проб дополнительно определяются содержания  $FeO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $CO_2$  и  $SO_3$ .

При большой мощности залежей магнезита и брусита и однородном их строении длину интервалов, характеризующихся каждой групповой пробой, целесообразно устанавливать равной высоте уступа карьера или ее половине. Порядок объединения навесок, общее число групповых проб, а также перечень определяемых в них компонентов должны в каждом конкретном случае обосновываться исходя из особенностей месторождения и требований промышленности.

При намечаемом обогащении магнезита и брусита в групповых пробах следует также определить содержания попутных компонентов, накапливающихся в хвостах обогащения.



Кроме химических методов используются: спектральный, позволяющий определить максимально полный комплекс содержащихся в полезном ископаемом компонентов, а также выявить наличие кобальта, никеля, хрома, ванадия и других, иногда сопутствующих магнезиту и бруситу элементов; экспрессный фазовый анализ карбонатов (с использованием электронного парамагнитного резонанса), позволяющий идентифицировать магнезит, доломит и кальцит по изоморфной примеси  $Mn^{2+}$ . При изучении магнезитов Саткинской группы используются методы атомной абсорбции и индуктивно-связанной плазмы приборами фирм «Карл Цейс» и «Юникэм», которыми определяются малые концентрации вредных примесей и тяжелых металлов в огнеупорных материалах и уже более 15 лет успешно применяется рентгеноспектральный метод анализа (с использованием рентгеновских спектрометров отечественного производства СРМ-25), позволяющий при минимальных затратах достаточно достоверно определять химический состав минералов.

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

Магнезиту и бруситу для всех рекомендуемых назначений должна быть дана радиационно-гигиеническая оценка в соответствии с «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-99), утвержденными Минздравом России 2 июля 1999 и методическими рекомендациями Министерства здравоохранения России.

26. Качество анализов проб необходимо систематически проверять, а результаты контроля своевременно обрабатывать в соответствии с методическими указаниями НСАМ, НСОММИ и руководствуясь ОСТ 41-08-272-04 «Управление качеством аналитических работ. Методы геологического контроля качества аналитических работ», утвержденным ВИМС\* (протокол № 88 от 16 ноября 2004 г.). Геологический контроль анализов проб следует осуществлять независимо от лабораторного контроля в течение всего периода разведки месторождения. Контролю подлежат результаты анализов на все основные, попутные компоненты и вредные примеси.

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

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

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

28. Объем внутреннего и внешнего контроля должен обеспечить представительность выборки по каждому классу содержаний и периоду выполнения анализов (квар-

---

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

тал, полугодие, год).

При выделении классов следует учитывать параметры кондиций для подсчета запасов. В случае большого числа анализируемых проб (2000 и более в год) на контрольные анализы направляется 5 % от их общего количества, при меньшем числе проб по каждому выделенному классу содержаний должно быть выполнено не менее 30 контрольных анализов за контролируемый период.

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

Относительная среднеквадратическая погрешность, определенная по результатам внутреннего геологического контроля, не должна превышать допустимых значений (табл. 2 3). 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 3

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

Компонент	Класс содержаний компонентов в руде, % *	Предельно допустимая относительная среднеквадратическая погрешность, %	Компонент	Класс содержаний компонентов в руде, % *	Предельно допустимая относительная среднеквадратическая погрешность, %
1	2	3	4	5	6
MgO	>60	2	CaO	20 – 40	2,5
	40–60	2,5		7 – 20	6,0
	20–40	3		1 – 7	11
	10–20	4,5		0,5 – 1	15
	1–10	9		0,2 – 0,5	20
K <sub>2</sub> O	>5	6,5	BaSO <sub>4</sub>	5 – 10	15
	1–5	11		1 – 5	17
	0,5–1	15		0,5 – 1	23
	<0,5	30		0,1 – 0,5	25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10–15	5	Sr <sub>2</sub> O	2–10	7,5
	5–10	6,5		0,5–2	16
	1–5	12		0,1–0,5	23
FeO	>17	3,5	Mn	3–5	3,5
	12–17	4,0		0,5–3,0	6
	5–12	5,5		0,2–0,5	10
	3,5–5	10		0,1–0,2	13
	<3,5	20		0,05–0,1	20
Ca-CO <sub>3</sub>	>10	6	ппп	20–30	2
	5–10	8		5–20	4
	2–5	11		1–5	10

1	2	3	4	5	6
	1–2	14		<1	20
TiO <sub>2</sub>	4–15	6,0	Na <sub>2</sub> O	5–25	6,0
	1–4	8,5		0,5–5	15
	<1	17		<0,5	30
SiO <sub>2</sub>	5–20	5,5			
	1,5–5	11			

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

30. При выявлении по данным внешнего контроля систематических расхождений между результатами анализов основной и контролирующей лабораторий проводится арбитражный контроль. Этот контроль выполняется в лаборатории, имеющей статус арбитражной. На арбитражный контроль направляются хранящиеся в лаборатории аналитические дубликаты рядовых проб (в исключительных случаях – остатки аналитических проб), по которым имеются результаты рядовых и внешних контрольных анализов. Контролю подлежат 30–40 проб по каждому классу содержаний, по которому выявлены систематические расхождения. При наличии СОС, аналогичных исследуемым пробам, их также следует включать в зашифрованном виде в партию проб, сдаваемых на арбитраж. Для каждого СОС должно быть получено 10–15 результатов контрольных анализов.

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

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

32. Минеральный состав природных разновидностей и промышленных типов магнетита и брусита, их текстурно-структурные особенности и физические свойства должны быть изучены с применением минералого-петрографических, физических, химических и других видов анализа по методикам, утвержденным научными советами по минералогическим и аналитическим методам исследования (НСОММИ, НСАМ). При этом наряду с описанием отдельных минералов производится также количественная оценка их распространения. Особое внимание следует уделять изучению вредных примесей, распределению их по формам минеральных соединений и характеру локализации (в жильных образованиях, в глинистых заполнениях трещин и т. п.).

33. Объемная масса и влажность полезного ископаемого входят в число основных параметров, используемых при подсчете запасов месторождений, их определение необходимо производить для каждой выделенной природной разновидности полезного ископаемого.

Объемная масса плотных пород определяется главным образом по представительным парафинированным образцам, отбираемым в количестве не менее 10 от каждой разновидности пород (размеры их обычно от 10×10×10 до 20×20×20 см, а если из керна, то длина их не менее 5–10 см). Объемная масса рыхлых, сильно трещиноватых и кавер-

нозных руд, как правило, определяется в целиках. Размеры целиков зависят от строения полезной толщи и обычно колеблются от 1 до 3 м<sup>3</sup>. 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 систематически контролироваться по всем операциям (отбору, измерениям, взвешиванию, расчетам) и подтверждена методом выемки целиков или исследованиями целиков геофизическими методами.

Кроме обычной массы и влажности по характерным образцам природных разновидностей магнезита и брусита определяются и другие физико-механические свойства – плотность, временное сопротивление сжатию, водопоглощение и другие показатели, а также текстурно-структурные особенности полезных ископаемых, заметным образом влияющие на их обогатимость.

34. В результате изучения химического и минерального состава, текстурно-структурных особенностей и физических свойств залежей магнезита и брусита должны быть выделены природные разновидности сырья месторождения (кристаллический, пелитоморфный и др.), намечены возможные промышленные (технологические) типы и способы их обогащения или передела.

Окончательное выделение промышленных типов и сортов сырья производится по результатам технологического изучения.

#### **IV. Изучение технологических свойств полезного ископаемого**

35. Технологические свойства полезного ископаемого, как правило, изучаются в лабораторных и полупромышленных условиях на лабораторных, укрупненно-лабораторных и промышленных пробах. При имеющемся опыте переработки магнезита аналогичного качества в промышленных условиях допускается использование аналогии, подтвержденной результатами лабораторных исследований. Для новых месторождений магнезита необходимо изготовить конечный продукт (изделие) и испытать его в работе; в остальных случаях такое испытание производится только по требованию проектирующей организации.

При намечаемом использовании магнезита для назначений, по которым отсутствует опыт переработки в промышленных условиях, а также при изучении возможности использования сырья, не отвечающего требованиям стандартов и технических условий, технологические исследования проводятся по специальной программе составленной с заинтересованными организациями.

Лабораторные технологические исследования брусита в связи с небольшим опытом его промышленного применения должны проводиться на достаточно большом количестве проб, характеризующих все имеющиеся природные разновидности, и для всех возможных направлений его использования. Полупромышленные испытания производятся при наличии конкретного потребителя с учетом геологических особенностей месторождения, намечаемой области его использования и технологии переработки.

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 по-

роды. Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ», утвержденным и введенным в действие Постановлением Президиума Исполнительного комитета Всероссийского геологического общества (от 28 декабря 1998 г. №17/6).

36. В процессе технологических исследований целесообразно изучить возможность предобогащения и (или) разделения на сорта добытой руды с использованием различных методов сортировки горнорудной массы. При определении возможности радиометрической сортировки пород рекомендуется руководствоваться соответствующими методическими документами.

При положительных результатах исследований по предобогащению следует учесть возможность включения стадии предобогащения в общую технологическую схему переработки магнезитов и бруситов.

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

Минералого-технологическими и малыми технологическими пробами, отобранными по определенной сети, должны быть охарактеризованы все природные разновидности магнезита и брусита, выявленные на месторождении. По результатам их испытаний проводится геолого-технологическая типизация продуктивных залежей месторождения с выделением промышленных (технологических) типов и сортов сырья и составляются геолого-технологические карты, планы и разрезы.

На лабораторных и укрупненно-лабораторных пробах должны быть изучены технологические свойства всех выделенных промышленных (технологических) типов магнезита и брусита 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 извлечения полезных продуктов при минимальном ошламовании и сбросе их в хвосты. Лабораторные пробы отбираются из природных разновидностей полезного ископаемого, укрупненные – состоят из этих разновидностей в соотношении, отвечающем среднему составу выделенного промышленного (технологического) типа на отдельном участке залежи или на месторождении в целом.

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

Направления, характер и объем полупромышленных технологических исследований, а также масса проб устанавливаются программой, разработанной организацией, выполняющей технологические исследования, совместно с недропользователем и согласованной с проектной организацией. Отбор проб производится по специальному проекту.

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

зубоживания рудовмещающими породами.

Для оценки технологических свойств магнезита и брусита глубоких горизонтов месторождений, труднодоступных для отбора представительных по массе полупромышленных проб, следует использовать выявленные закономерности в изменении качества полезного ископаемого верхних изученных горизонтов и привлекать данные минералого-технологического изучения проб малой массы.

38. Химический и минеральный состав, текстурно-структурные особенности, физико-механические и технологические свойства магнезитового и бруситового сырья должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы переработки с наиболее полным и рациональным использованием полезного ископаемого.

Помимо изучения возможности применения сырья по основному назначению, необходимо проводить соответствующий комплекс анализов и испытаний и для других назначений, включая утилизацию отходов при добыче полезного ископаемого.

39. Магнезитовое и бруситовое сырье используют преимущественно в переработанном виде. Его обогащение производят с целью удаления из них доломита, кальцита, кварца, железосодержащих минералов и других примесей. Добытые магнезиты подвергаются дроблению, промывке, рудоразборке (при благоприятных условиях возможно радиометрическая или фотометрическая сепарация), что позволяет освободить сырье от обломков вмещающих пород и включений и снизить содержание вредных примесей. С этой же целью применяется гравитационное обогащение магнезитов (в тяжелых средах). Обогащенные магнезиты подвергаются обжигу в шахтных и вращающихся печах с получением каустического магнезита и спеченных магнезитовых порошков, которые отправляются потребителям или подаются на плавку в электропечах с целью получения плавленного периклаза. Эти продукты идут на изготовление магнезитовых изделий методом прессования. Для улучшения их свойств в массу при прессовании добавляют хромовые руды, глинозем, огнеупорные глины и другие компоненты.

Промышленность нуждается в получении концентратов с содержанием  $MgO$  97–99 %, которых пока из отечественного сырья производится недостаточно.

Флотационное обогащение магнезитов не получило распространение по экономическим причинам и оно не смогло бы обеспечить необходимую чистоту материала. Ее, возможно, достичь только после химического обогащения сырья или с применением гидрометаллургии. Эти методы в промышленных условиях в России пока не применяются. Однако, за рубежом применяют весьма эффективно химическое обогащение, при котором получается химически чистый оксид магния, при этом используют солянокислотный или аммоний-карбонатный способы, а также внедряют процесс углекислотного обогащения, который позволяет многократно использовать реагенты и является, соответственно, весьма эффективным и экологичным.

Брусит является наиболее чистым природным магнезиальным сырьем. Промышленность использует его с содержанием  $MgO$  62–64 %. Брусит после рудоразборки, дробления и помола также подвергается обжигу или плавке в электропечах с получением продуктов с содержанием  $MgO$  до 97–98 %. Термохимическое обогащение, технология которого разработана в лабораторных условиях и проверена на опытных установках, позволила бы использовать бруситы с содержанием  $MgO$  от 55 %. Этот способ обогащения включает в качестве основных операций термообработку исходного кускового брусита, дробление и выщелачивание оксида магния водой или специальными реагентами.

40. Качество товарной продукции должно в каждом конкретном случае регламен-

тироваться договором между поставщиком (рудником) и потребителем или должно соответствовать существующим стандартам и техническим условиям. Для сведения в приложении приведен перечень основных стандартов и технических условий на магнезит и продукты его переработки

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

41. Гидрогеологическими исследованиями должны быть изучены основные водоносные горизонты, которые могут участвовать в обводнении месторождения, выявлены наиболее обводненные участки и зоны, 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, необходимые для расчета возможных водопритоков в эксплуатационные горные выработки, проходка которых предусмотрена в технико-экономическом обосновании кондиций и проекте разработки водопонижительных и дренажных мероприятий. Также необходимо:

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

оценить возможность использования дренажных вод для водоснабжения, 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, по источникам водоснабжения, по природоохранным мерам.

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

Инженерно-геологические исследования на месторождении проводятся 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 установлены физико-механические свойства магнезита и брусита, вмещающих и перекрывающих отложений, определяющие характеристику их прочности в естественном и водонасыщенном состоянии; изучены литологический и минеральный состав пород, их трещиноватость, слоистость и сланцеватость, физические свойства пород в зоне выветривания; выяснена возможность возникновения оползней, селей, лавин и других физико-геологических явлений, которые могут осложнить разработку месторождения.

В районах развития многолетнемерзлых пород необходимо определить температурный режим пород, положение верхней и нижней границ мерзлотной зоны, контуры и глубины распространения таликов, изменение физических свойств пород при оттаивании, глубину слоя сезонного оттаивания и промерзания.

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

При наличии в районе разрабатываемых месторождений, расположенных в аналогичных гидрогеологических и инженерно-геологических условиях, для характеристики разведываемой площади должны быть использованы данные о степени их обводненности и инженерно-геологических условиях проходки горных выработок, а также о применяемых мероприятиях по их осушению.

43. Добыча магнезита и брусита в России производится в настоящее время в основном открытым способом с высотой уступов от 6 до 12 м. Подземным способом пока разрабатывают один из участков Саткинского месторождения магнезитов с применением камерно-столбовой системы с сухой закладкой.

Добыча сырья производится селективно, для обеспечения чего проводится большой объем эксплуатационного опробования с комплексом аналитических работ, раздельные погрузка и транспортировка, постоянный контроль всех операций.

Выбор рациональной системы разработки месторождений магнезита и брусита проводится в результате технико-экономического анализа вариантов систем разработки и технологических схем переработки сырья.

44. 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

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

46. По районам новых месторождений необходимо указать площади с отсутствием залежей полезных ископаемых для размещения объектов производственного и жилищно-гражданского назначения и отвалов пустых пород.

47. Основная цель экологических исследований заключается в информационном обеспечении проекта освоения месторождения в части природоохранных мероприятий.

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



почв рудничными водами и промстоками, воздуха – выбросами в атмосферу и т.д.), объемы изъятия для нужд производства природных ресурсов (лесных массивов, воды на технические нужды, земель для размещения основных и вспомогательных производств, отвалов вскрышных и вмещающих горных пород, некондиционных руд и т.д.); оценены характер, интенсивность, степень и опасность воздействия, продолжительность и динамика функционирования источников загрязнения и границы зон их влияния.

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.

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

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

## **VI. Подсчет запасов**

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

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

одинаковой степенью разведанности и изученности параметров, определяющих количество и качество полезного ископаемого;

однородностью геологического строения, примерно одинаковой или близкой степенью изменчивости мощности, внутреннего строения залежей, вещественного состава, основных показателей качества и технологических свойств полезного ископаемого;

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

общностью горнотехнических условий разработки. По падению тел полезного ископаемого подсчетные блоки следует разделять горизонтами горных работ или скважин с учетом намечаемой последовательности отработки запасов.

52. При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику месторождений магнезита и брусита.

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

Запасы категории В при разведке подсчитываются на месторождениях 2-ой группы. К ним относятся запасы, выделенные на участках детализации или в пределах других частей продуктивных залежей, 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 тел полезного ископаемого и его качество в пределах этого контура определены по достаточному объему представительных данных.

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

Пространственное положение выделенных разновидностей пород, тектонических нарушений и проявлений карста должно быть изучено в степени, допускающей возможность различных вариантов оконтуривания, существенно не влияющих на представление об условиях залегания и строении месторождения (участка). Внутренние некондиционные участки, карстовые проявления и отдельные разновидности пород полезной толщи по возможности оконтуриваются; при сложном строении толщи они учитываются статистически. Границы между зонами выветрелых пород, затронутых и незатронутых выветриванием, могут быть определены приближенно. Устанавливаются основные системы трещин, определяющие отдельность породы, и возможная степень развития трещиноватости. При невозможности оконтуривания (геометризации) технологических типов и сортов сырья количество их в подсчетном блоке определяется статистически;

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 результатами, полученными на участках детализации, или данными эксплуатации на разрабатываемых месторождениях.

Контур запасов категории  $C_1$ , как правило, определяются по разведочным выработкам с включением зоны геологически обоснованной экстраполяции, ширина которой не должна превышать по простиранию и падению расстояния между выработками, принятого для категории  $C_1$ .

Запасы категории  $C_2$  подсчитываются по конкретным залежам, а при невозможности их геометризации статистически в обобщенном контуре, границы которого определены по геологическим и геофизическим данным и подтверждены единичными скважинами, встретившими промышленные пересечения полезного ископаемого, или путем экстраполяции по простиранию и падению от разведанных запасов более высоких категорий при наличии подтверждающих экстраполяцию единичных пересечений, результатов геофизических работ, геолого-структурных построений и установленных закономерностей изменения мощностей залежей и содержаний магнезита и брусита. Представления о закономерностях распределения промышленных (технологических) типов руд и внутренних некондиционных участков, а также показатели качества полезного ископаемого принимаются с учетом данных по участкам месторождения, изученным более детально.

53. Ширина зоны экстраполяции для запасов категорий  $C_1$  и  $C_2$  в каждом конкретном случае для всех категорий запасов должна быть обоснована фактическими материа-

лами. Не допускается экстраполяция в направлении зон тектонических нарушений, повышенной трещиноватости, уменьшения мощности пород, выклинивания и расщепления пластов, ухудшения качества полезного ископаемого и горно-геологических условий их разработки.

54. При разделении запасов по категориям в качестве дополнительных классификационных показателей могут использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров.

55. Запасы подсчитываются отдельно по категориям, способам отработки, промышленным (технологическим) типам полезного ископаемого и экономическому значению (балансовые, забалансовые). Запасы подсчитываются отдельно для каждой области промышленного использования магнезита и брусита; если имеют место различные требования к качеству полезного ископаемого – по выделенным разновидностям в установленных при разведке контурах или статистически. Запасы, находящиеся выше или ниже уровня подземных вод, подсчитываются отдельно.

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

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.).

56. Запасы магнезита и брусита, заключенные в охранных целиках крупных водоемов и водотоков, заповедников, памятников природы, истории и культуры, в охранных целиках капитальных сооружений и сельскохозяйственных объектов, подсчитываются и относятся к балансовым или забалансовым в соответствии с утвержденными кондициями.

57. На разрабатываемых месторождениях для контроля за полнотой отработки ранее утвержденных запасов и обоснования достоверности подсчитанных новых запасов необходимо производить сопоставление данных разведки и эксплуатации по количеству запасов, подсчетным параметрам, качеству выделенных разновидностей магнезита и брусита и особенностям геологического строения месторождения 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), характеристика качества полезного ископаемого в контуре погашенных запасов; представлены таблицы движения запасов (по категориям, продуктивным телам и месторождению в целом), отражающие все изменения в подсчитанных по данным разведки запасах, потери при добыче, транспортировке и переработке, выход товарной продукции. Результаты сопоставления сопровождаются графикой, иллюстрирующей изменение представлений о горно-геологических условиях месторождения.

Если данные разведки в целом подтверждаются разработкой, а 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 полезного ископаемого не подтвердились при разработке или необходимо введение поправочных коэффициентов в ранее утвержденные параметры или запасы, обязательным является выполнение специального подсчета запасов по данным доразведки и эксплуатационной разведки и оценка достоверности результатов, полученных при проведении этих работ.

При анализе результатов сопоставления необходимо установить величины изменений при эксплуатационной разведке или разработке утвержденных уполномоченным экспертным органом подсчетных параметров (площадей подсчета, мощностей залежей и отдельных разновидностей пород, качественных показателей, объемной массы и т. д.) и запасов полезного ископаемого, рассмотреть соответствие принятой методики разведки и подсчета запасов конкретным особенностям геологического строения месторождения и ее влияние на достоверность определения качества сырья и отдельных подсчетных параметров.

58. 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 продуктивных пересечений, выделенных в соответствии с кондициями; геологические разрезы или планы с контурами продуктивности; проекций тел полезного ископаемого 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.

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

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

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

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

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

61. На оцененных месторождениях 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 результатов оценочных работ для новых месторождений как в целом так и по отдельным участкам. В отчетах должна содержаться информация, достаточная для предварительной геолого-экономической оценки месторождения (участка).

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 определяются на основе исследований лабораторных проб; капитальные затраты на строительство рудника, себестоимость товарной продукции и др. экономические показатели определяются по укрупненным расчетам на базе проектов-аналогов.

Вопросы хозяйственно-питьевого водоснабжения горнодобывающих предприятий предварительно характеризуются, основываясь на существующих, разведываемых и вероятных источниках водоснабжения.

Рассматривается и оценивается возможное влияние отработки месторождений на окружающую среду.

Для детального изучения морфологии залежей, их вещественного состава и разработки технологических схем переработки полезного ископаемого 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 течение не более 3 лет на наиболее характерных, представительных для большей части месторождения участках. Масштаб и сроки ОПР должны быть согласованы с органами Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Целесообразность проведения ОПР должна быть обоснована в каждом конкретном случае с определением ее целей и задач.

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

Разведанные месторождения по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечена возможность квалификации запасов по категориям, соответствующим группе сложности геологического строения месторождения;

- вещественный состав и технологические свойства промышленных типов полезного ископаемого изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования рациональной технологии их переработки с получением товарной продукции, определения направлений использования отходов производства или оптимального варианта их складирования;

- запасы других совместно залегающих полезных ископаемых, включая породы

вскрыши и подземные воды, с содержащимися в них компонентами, отнесенные на основании кондиций к балансовым, изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможных направлений использования;

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

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

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

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

Рациональное соотношение запасов различных категорий определяется недропользователем с учетом допустимого предпринимательского риска.

Возможность полного или частичного использования запасов категории  $C_2$  при проектировании отработки месторождений в каждом конкретном случае определяется государственной геологической экспертизой материалов подсчета запасов. Решающими факторами при этом являются особенности геологического строения месторождений, степень изменчивости качества полезных ископаемых, оценка возможных ошибок разведки (применения недостаточно эффективных 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 утверждении запасов (балансовых и забалансовых) в установленном порядке.

## **VIII. Пересчет и переутверждение запасов**

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

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

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

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

изменении требований промышленности к качеству минерального сырья;

когда общее количество балансовых запасов, списанных и намечаемых к списа-

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

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

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

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

разработке и внедрении новых технологий, существенно улучшающих экономику производства;

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

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

Приложение к Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (магнезита и брусита)

**Перечень основных стандартов и технических условий на магнезит и продукты его переработки**

№ стандартов и технических условий	Наименование	Условия получения и области использования, на которые распространены требования
ГОСТ 1216–87	Порошки магнезитовые каустические	Получаются путем улавливания пыли, образующейся при производстве спеченного магнезита или специ-
ГОСТ	Порошки периклазо-	Используются в качестве наполнителя в трубчатых
ГОСТ 10360–85	Порошки периклазовые спеченные для из-	Получаются после обжига зернистого каустического магнезита и применяются для изготовления огне-
ТУ 200-357–96	Масса магнезитовая, подаваемая на фаб-	Получается после дробления и сортировки и предназначена для получения спеченных магнезитовых
ТУ 14-200-350-94	Магнезит сырой для обжига во вращаю-	Получается после дробления, сортировки, гравитационного обогащения и предназначена для обжига
ТУ 117-901-03–95	Магнезит сырой Киргитейского месторо-	Предназначается для высокотемпературного обжига с целью получения электротехнического периклаза
ТУ 14-8-392–82 (с	Брусит Кульдурского месторождения для	Получается после дробления, рудоразборки, сортировки и предназначена для получения плавленных