

Приложение № 3  
к протоколу заседания Государственной  
комиссии по запасам полезных  
ископаемых  
от «8» июня 2023г. № 1295

**ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ПРИМЕНЕНИЮ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАПАСОВ  
К МЕСТОРОЖДЕНИЯМ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД**

**I. Общие сведения**

II. Группировка месторождений по сложности геологического строения

III. Требования к изученности месторождений

IV. Требования к подсчету запасов

V. Оценка степени изученности месторождений

VI. Пересчет и переутверждение запасов

VII. Заключение

Приложение. Характеристические показатели сложности геологического строения месторождений твердых полезных ископаемых.

Настоящая Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям молибденовых руд (далее - Инструкция) определяет основные требования к изученности и подсчету запасов молибденовых месторождений, степени подготовленности их для промышленного освоения.

Инструкция разработана взамен «Инструкции по применению классификации запасов к месторождениям молибденовых руд», утвержденной приказом Госкомгеологии № 108 от 28 июля 2007 г.

В Инструкцию с учетом отечественной и зарубежной практики геологоразведочных работ по оценке и разведке месторождений молибденовых руд и подсчета запасов, а также в соответствии с «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (приложение №4 к протоколу ГКЗ № 1185 от 26.09.2022г.).

Авторы: Глейзер Л.М., Охунов А.Х., Рахмонова Н.Б.

**I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

1. Молибден – серебристо-серый ковкий металл с плотностью 10,02-10,32 г/см<sup>3</sup>, обладающий высокой термостойкостью (температура плавления 2620 + - 20 °C), легкой дегазацией, небольшой упругостью пара, высокими значениями электро и теплопроводности, малым коэффициентом линейного расширения, значительной прочностью, высоким модулем упругости и хорошей обрабатываемостью.

Свыше 80% всего добываемого молибдена потребляется черной металлургией, где он используется в качестве легирующей добавки, главным образом, при производстве высококачественных нержавеющих сталей, а также в производстве твердых, жаростойких и кислотоупорных сплавов. В последнее время расширились возможности его применения в чистом виде, например, для изготовления лопаток турбин и в качестве конструкционного материала в энергетических ядерных реакторах.

Широко используются химические соединения молибдена: дисульфид молибдена (чистый молибденит) - как смазочный материал для трущихся частей механизмов, по качеству превосходящий графитовую смазку; молибдат натрия – в производстве лаков и красок; оксиды молибдена - как катализаторы в химической промышленности. Расширяется применение соединений молибдена (преимущественно в форме молибдата аммония) в производстве удобрений.

2. Молибден принадлежит к малораспространенным элементам; среднее содержание его в земной коре составляет  $1.1 \times 10^{-4}$  % (по массе). Из 20 известных минералов молибдена промышленные значения имеют четыре (табл.1).

Таблица 1  
Главнейшие минералы молибдена

| Минералы                | Химическая формула                                                                 | Содержание Mo % |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Молибденит              | MoS <sub>2</sub>                                                                   | 57,1–60         |
| Молибошоелит (зейригит) | Ca(W, Mo)O <sub>4</sub>                                                            | 1–24            |
| Повеллит                | CaMoO <sub>4</sub>                                                                 | 48,2            |
| Ферримолибдит           | Fe <sub>2</sub> <sup>3+</sup> (MoO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 7H <sub>2</sub> O | 39,7–60,2       |
| Вульфенит               | Pb (MoO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                                                | 27–46           |

Молибденит - главный и наиболее распространенный молибденовый минерал; более 98% всей добычи молибдена производится из молибденовых руд. Характеризуется большой чистотой; из немногочисленных примесей в нем часто присутствует рений (до тысяч граммов на тонну), реже и в меньшем количестве - селен и теллур.

Молибошоелит - разновидность шеелита, в которой часть ионов вольфрама в кристаллической решетке замещены ионами молибденита. Обычно содержит 6-8%, иногда до 24% MoO<sub>3</sub>.

При облучении ультрафиолетовыми лучами молибошоелит люминесцирует желтым цветом.

Повеллит один из наиболее распространенных минералов в зоне окисления молибденитовых месторождений. Характерный диагностический признак повеллита его люминесценция в ярких желтых тонах при освещении ультрафиолетовыми лучами.

Ферромолибден имеет ограниченное практическое значение. Встречается в зоне окисления месторождений молибденитовых руд,

на участках с повышенным содержанием пирита или пирротина и продуктов их окисления. Различная растворимость молибденсодержащих минералов в соляной кислоте и щелочах позволяет раздельно определять количество молибдена, связанного с молибденитом, повеллитом и ферримолебдитом.

Другие молибденсодержащие минералы (вульфенит, кехлинит, комозит, линдгренит, чиллагит, иордизит и др.) встречаются реже.

3. Молибденовые руды по составу подразделяются на собственно молибденовые, медно-молибденовые, вольфрам-молибденовые. Из этих руд попутно получают золото, серебро, рений, селен, теллур, германий. В свою очередь, молибден попутно учитывают и извлекают из руд некоторых вольфрамовых, медных, полиметаллических и урановых месторождений.

По запасам молибдена (тыс. т) месторождения подразделяются на мелкие 10-20, средние - 20-50, крупные 50-100 и весьма крупные - свыше 100.

4. Эндогенные месторождения молибденовых руд относятся к трем промышленным типам: штокверковому, скарновому и жильному (табл. 2).

Таблица 2

## Промышленные типы месторождений молибденовых руд

| Промышленный тип месторождения | Группа месторождений по минеральному составу руд | Главные рудообразующие минералы  | Содержание полезных                  |         |                 | Попутные компоненты                                     | Структурно-морфологический тип рудных тел                                                                                             | Примеры месторождений                                                            |
|--------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------|-----------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                |                                                  |                                  | Mo                                   | Cu      | WO <sub>3</sub> |                                                         |                                                                                                                                       |                                                                                  |
| 1                              | 2                                                | 3                                | 4                                    | 5       | 6               | 7                                                       | 8                                                                                                                                     | 9                                                                                |
| Штокверковый                   | Молибденовая                                     | Молибденит                       | 0,05-0,25                            | -       | -               | Медь, свинец, цинк, висмут                              | Штокверки площадью в тысячи и десятки тысяч метров в плане, глубиной до 1000 м и более                                                | Клаймакс, Квеста (США); Эндако (Канада); Жирекенское, Бугданское (Россия)        |
|                                | Вольфрам-молибденовая                            | Молибденит вольфрамит или шеелит | 0,03-0,1                             | -       | 0,06-0,6        | Медь, висмут                                            |                                                                                                                                       | Месторождения Юго-Восточного Китая; Аргентины; Джанет, Коктенкольское (Россия)   |
|                                | Медно-молибденовая                               | Молибденит, халькопирит          | Тысячные, первые сотые доли процента | 0,2-1,0 | -               | Золото, серебро, висмут, селен, теллур, рений, германий |                                                                                                                                       | Бингем, Моренси (США); Чукикамата (Чили); Каджаранско (Армения); Сорское(Россия) |
| Скарновый                      | Вольфрам-молибденовая                            | Молибденит-молибдо-шеелит        | 0,03-0,2                             | -       | 0,1-0,8         | Медь, висмут, селен, теллур, золото, серебро            | Залежи мощностью до 100 м и более, протяженностью по простирианию от десятков метров до 1-2 км, по падению от десятков метров до 1 км | Сан-Донг (Южная Корея); Тырныаузское (Россия); Яндзя-Чжанзы (КНР)                |

| 1       | 2                         | 3                         | 4         | 5        | 6       | 7                                             | 8                                                                                                                                                            | 9                                                          |
|---------|---------------------------|---------------------------|-----------|----------|---------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|         | Медно-<br>мolibденовая    | Молибденит<br>халькопирит | 0,03-0,04 | 0,25-0,3 | -       | Селен,<br>теллур,<br>золото,<br>олово, висмут |                                                                                                                                                              |                                                            |
| Жильный | Молибденовая              | Молибденит                | 0,1-0,9   | -        | -       | Свинец, цинк,<br>серебро                      | Жилы мощностью от<br>сантиметров до<br>нескольких метров,<br>протяженностью<br>от десятков метров<br>до 1-2 км, по падению<br>от десятков метров<br>до 500 м | Квеста (США);<br>Шахтаминское,<br>Калгутинское<br>(Россия) |
|         | Молибден-<br>вольфрамовая | Вольфрамит,<br>молибденит | 0,05-0,4  | -        | 0,3-2,0 | Олово,<br>висмут,<br>скандий                  |                                                                                                                                                              |                                                            |

**Штокверковые месторождения** содержат более 95% мировых запасов молибдена и являются основным источником его добычи. По минеральному составу руд, геотектонической позиции и характеру магматизма, с которым они связаны, штокверковые месторождения подразделяются на молибденовые, медно-молибденовые и вольфрам-молибденовые.

Месторождения монометальных молибденовых руд формировались в процессах тектоно-магматической активизации на континентах и в областях завершенной складчатости, пространственно и генетически связаны с крупными интрузивами умеренно-кислых гранитоидов, с их экзо- и эндоконтактами.

Медно-молибденовые месторождения образовались в позднеорогенную стадию развития структур. Интрузивы, с которыми генетически или парагенетически связано оруденение, представлены породами монцонитового ряда. Месторождения располагаются преимущественно в эндоконтактowych зонах материнских плутонов.

Вольфрам-молибденовые месторождения локализуются в областях завершенной складчатости или на участках древних щитов, подверженных процессам тектоно-магматической активизации, пространственно и генетически связаны с лейкократовыми гранитами.

Вольфрам-молибденовое оруденение приурочено преимущественно к грейзенам, развитым в апикальных частях гранитных массивов, располагаясь в их эндо- и экзоконтактowych зонах.

Форма штокверков трубообразная, типа пластообразных, линзообразных залежей крутого и пологого падения; распределение оруденения неравномерное, нередко прерывистое с чередованием участков кондиционных руд и безрудных пород. Однако общее распространение молибдена в штокверках относительно равномерное - значение коэффициента вариации содержания находится обычно в пределах 50-100%.

Штокверковые месторождения, как правило, являются многостадийными образованиями с проявлением рудной зональности, выражющейся в закономерном распределении молибденовой, вольфрамовой, медной, свинцово-цинковой минерализаций. Для руд характерны прожилковые, прожилково-вкрапленные реже брекчевые текстуры.

**Скарновые месторождения**, несмотря на широкую распространенность, имеют ограниченное промышленное значение. По составу руд они достаточно четко подразделяются на три группы: вольфрам-молибденовые, молибденовые и медно-молибденовые; ведущая роль принадлежит вольфрам-молибденовым месторождениям.

Месторождения вольфрам-молибденовой, и молибденовой групп образовались в результате тектоно-магматических процессов, наложенных на области завершенной складчатости. Вольфрам-молибденовое оруденение связано с однотипными лейкократовыми калиевыми гранитами, молибденовое - ассоциирует с плутонами биотит-рого-обманковых гранитов, размещенными в поднятиях и в обрамлении впадин.

Медно-молибденовые месторождения формировались в позднеорогенную стадию развития структур, где ассоциируют с гранитоидами пестрого состава.

Скарны образуют залежи сложной формы, а также жилы, линзы, гнезда и пластиообразные тела. Как правило, они залегают в зонах контактов карбонатных и алюмосиликатных пород, реже среди эфузивов среднего состава.

**Жильные месторождения** молибдена имеют широкое распространение, но промышленное значение их в настоящее время невелико. Разработка некоторых жильных месторождений осуществляется в России, Канаде и Норвегии.

Крупные экзогенные концентрации молибдена известны в углях, горючих сланцах, углисто-глинистых и углисто-кремнистых сланцах, а также в твердых нефтебитумах. Здесь молибден тесно связан с органическим веществом и ассоциирует с ванадием, ураном, германием, редкими землями из-за относительно сложной технологии извлечения полезных компонентов эти месторождения пока мало вовлекаются в эксплуатацию и представляют собой резерв будущего.

Основные геолого-промышленные типы эндогенных молибденсодержащих месторождений Узбекистана приведены в табл.3.

Молибденсодержащие месторождения и проявления представлены различными формационными и морфоструктурными типами. При этом молибден преимущественно является попутным ценным компонентом.

Собственно, молибденовые проявления хотя и имеют широкое распространение, однако представлены мелкими объектами. Такие рудопроявления молибдена кварцево-жильного и штокверкового типа в интрузивных породах имеются в Чаткало-Кураминском регионе (Чавата, Ункурташ, Чимган, Ихнач, Янгоклы, Шаугаз), юго-западном Гиссаре (Обизаранг). Содержание молибдена обычно находится в среднем на уровне первых десятых долей процента.

Основные промышленные запасы молибдена в Узбекистане сосредоточены в золото-медно-порфировых месторождениях Алмалыкского района (Кальмакыр, Сарычеку, Дальнее, Кызата). Месторождения связаны с малыми порфировыми интрузиями кварцевых монцонитов и представлены штокверками прожилковых и вкрапленных руд. Содержание молибдена составляет в среднем 0,004-0,008%. Промышленную ценность представляет также извлекаемый из молибденовых концентратов рений.

В значительных количествах молибден присутствует в скарново-шеелитовых месторождениях (Лянгар, Койташ, Ингичке и др.), приуроченных обычно к многофазным интрузиям гранодиоритового и гранит-адамелитового состава. Наиболее высокие его концентрации (около 0,01%) отмечаются в скарново-шеелитовых месторождениях (Койташ, Лянгар, Яхтон). При разработке месторождений Койташ, Лянгар молибден частично извлекают в молибденовый промпродукт с содержанием молибдена 15-20%. Со скарново - (скарноидно)-шеелитовым оруднением местами

пространственно ассоциируют размещающиеся в гранитоидах кварцево-шлеелитовые штокверки с молибденитом, халькопиритом, золотом (Сарытау в горах Букантау): Содержание молибдена достигает 0,1-0,3%. В поздних лейкоократовых гранитах молибден как попутный компонент (содержание 0,02-0,03%) отмечается в грейзен-кварцевых жилах с вольфрамит-сульфидным (халькопирит, сфалерит, галенит) оруденением (Саргардон, Баркрак в Чаткальских горах).

Молибден является характерным попутным компонентом (содержание – до десятых долей процента), урановых месторождений жильного и штокверкового типа в вулканогенных и интрузивных породах Восточного Узбекистана (Чаули, Алатаньга, Шаваз), а также уран-ванадиевых месторождений осадочно-штокверкового типа в углеродисто-кремнистых сланцах Центральных Кызылкумов (Джантуар, Рудное и др.). Из экзогенных месторождений наиболее обогащены молибденом (до 0,1-0,2%) юрские горючие сланцы, развитые в Южном Узбекистане (Байсун, Уртабулак). Горючие сланцы содержат также повышенные концентрации ванадия (содержание  $V_2O_5$  до 0,3-0,6%), рения (до 0,08%), урана (до 0,1-0,02%) и других элементов.

Таблица 3

Основные геолого-промышленные типы эндогенных молибденсодержащих месторождений Узбекистана

| Геолого-промышленный тип                       | Структурно-морфологический тип рудных тел            | Главные рудные минералы                                                      | Содержание полезных компонентов в руде, % |                 |            | Попутные полезные компоненты               | Примеры месторождений                |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                                |                                                      |                                                                              | Cu                                        | WO <sub>3</sub> | Mo         |                                            |                                      |
| Штокверковый золото-молибден-меднопорфировый   | Штокверки, залежи пластообразной формы линзы, столбы | Халькопирит, пирит, молибденит, золото, серебро                              | 0,3-0,8                                   |                 | 0,004-0,01 | Серебро, рений, селен, теллур              | Кальмакыр, Сарычеку, Дальнее, Кызата |
| Апоскарново-штокверковый молибден-вольфрамовый | Кругопадающие штокверки                              | Шеелит, молибденит, пирит, халькопирит, висмутин, золото                     | 0,03-1,5                                  | 0,1-0,2         | 0,005-0,3  | Золото, висмут, медь и др.                 | Сарытау                              |
| Скарновый молибден-вольфрамовый                | Контактовые, межпластиевые залежи                    | Шеелит, пирротин, пирит, халькопирит, сфалерит, молибденит, висмутин         | 0,06-0,1                                  | 0,2-0,8         | 0,01-0,02  | Медь, висмут, золото                       | Лянгар, Койташ, Яхтон                |
| Грейзеново-кварцевый сульфидно-вольфрамовый    | Жилы, реже штокверки                                 | Вольфрамит, сфалерит, халькопирит, галенит, кассiterит, молибденит, висмутин | 0,5-1,0                                   | 0,5-0,6         | 0,02-0,03  | Олово, медь, цинк, свинец, висмут, серебро | Саргардон, Баркрак                   |

5. Технологические свойства молибденсодержащих руд зависят от степени их окисления, минерального состава и содержания молибдена, структурных и текстурных особенностей, наличия попутных компонентов и вредных примесей. Руды подвергаются в основном механическому обогащению (флотации). Флотационная способность молибденита настолько велика, что даже при весьма низком содержании молибденита в исходной руде извлечение его в товарный концентрат составляет обычно не менее 80%, достигая 90-91%.

Из сульфидных медно-молибденовых руд флотацией получают коллективный медно-молибденовый концентрат, который затем разделяют на медный и молибденовый путем дополнительной флотации при депрессировании сульфидов меди. При обогащении кварцево-вольфрам-молибденовых руд сочетают методы гравитации (для получения вольфрамовых концентратов) и флотации (для получения молибденовых концентратов).

Из скарновых шеелит-молибденовых руд флотацией вначале извлекают молибденит, а из хвостов молибденовой флотации - шеелит.

Обогащение руд, содержащих окисленные минералы молибдена (повеллит и молибдит), представляет больше трудности. В настоящее время разработаны способы получения повеллитовых концентратов, однако проблема обогащения руд, содержащих молибдит, до сих пор не решена.

При обогащении некоторых медно-молибденовых и особенно окисленных руд в результате обогащения получают некондиционные, бедные по содержанию молибдена промпродукты, которые затем подвергают гидрометаллургической переработке.

Молибден, сорбированный в углистом и глинистом веществе, а также из молибден-глинистом веществе, а также из молибден-урановых руд (йордизит и различные молибдаты) извлекается гидрометаллургическим переделом.

После первичной переработки молибденсодержащих руд товарные молибденовые концентраты подвергаются на специализированных предприятиях переработке на ферромолибден, триоксидамолибден, молибдат кальция и другие продукты. Содержащийся в молибденовых концентратах рений извлекается при их обжиге путем улавливания его возгонов ( $Re_2O_7$ ).

6. Выпускаемые молибденовые концентраты, согласно, подразделяются на 8 марок, технологические требования и преимущественные области применения которых приведены в табл.4.

Таблица 4

## Марки молибденовых концентратов и области их применения

| Марки | Наименования и характеристики                               | Содержание, %      |                    |      |      |      |      |                   |                 |      | Преимущественные области применения                                              |  |
|-------|-------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------|------|------|------|-------------------|-----------------|------|----------------------------------------------------------------------------------|--|
|       |                                                             | Молибдена не менее | Примесей, не более |      |      |      |      |                   |                 |      |                                                                                  |  |
|       |                                                             |                    | Si <sub>2</sub> O  | As   | Cu   | P    | Sh   | Na <sub>2</sub> O | WO <sub>3</sub> | Sb   |                                                                                  |  |
| 1     | 2                                                           | 3                  | 4                  | 5    | 6    | 7    | 8    | 9                 | 10              | 11   | 12                                                                               |  |
| КМГ-В | Концентрат молибденовый гидрометаллургический высшего сорта | 58                 | 0,3                | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,8               | 2,0             | 0,01 | Для производства ферромолибдена и вольфрамсодержащих лигатур на основе молибдена |  |
| КМГ-1 | Концентрат молибденовый гидрометаллургический первого сорта | 56                 | 0,4                | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,8               | 4,5             | 0,01 | Для производства ферромолибдена и вольфрамсодержащих лигатур на основе молибдена |  |
| КМГ-2 | Концентрат молибденовый гидрометаллургический второго сорта | 54                 | 0,7                | 0,07 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 1,0               | 5,0             | 0,01 | Для производства ферромолибдена и вольфрамсодержащих лигатур на основе молибдена |  |
| КМФ-В | Концентрат молибденовый флотационный высшего сорта          | 52                 | 4,0                | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,4  | Не нормируется    |                 |      | Для производства дисульфида молибдена и солей молибдена                          |  |
| КМФ-1 | Концентрат молибденовый флотационный первого сорта          | 51                 | 5,0                | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,4  | Не нормируется    |                 |      | Для производства ферромолибдена, дисульфида молибдена и солей молибдена          |  |
| КМФ-2 | Концентрат молибденовый флотационный второго сорта          | 48                 | 7,0                | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,7  | Не нормируется    |                 |      | Для производства ферромолибдена и солей молибдена                                |  |

| 1     | 2                                                     | 3  | 4     | 5    | 6    | 7    | 8   | 9              | 10 | 11 | 12                                                                                 |
|-------|-------------------------------------------------------|----|-------|------|------|------|-----|----------------|----|----|------------------------------------------------------------------------------------|
| КМФ-3 | Концентрат молибденовый флотационный третьего сорта   | 47 | 9,0   | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 1,0 | Не нормируется |    |    | Для производства ферромолибдена, технической трехокиси молибдена и солей молибдена |
| КМФ-4 | Концентрат молибденовый флотационный четвертого сорта | 45 | 11,0. | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 2,0 | Не нормируется |    |    | Для производства технической трехокиси молибдена и солей молибдена                 |

Примечания:

1. Суммарное содержание влаги и масла во флотационных концентратах всех марок не должно превышать 8%, в том числе влаги 4%.
2. Суммарное содержание щелочных металлов (калия и натрия) в концентратах, используемых для производства молибденово-кислого аммония, должно быть не более 0,4% в марке КМФ-2 и не более 0,5% в марке КМФ-3.

## II. ГРУППИРОВКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО СЛОЖНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

7. По размерам, форме рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и особенностям распределения молибдена собственно месторождения молибденовых руд соответствуют 2- й или 3-й группам сложности, «Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (приложение №4 к протоколу ГКЗ № 1185 от 26.09.2022г.).

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

крупными штокверками простой или сложной формы с изменчивым внутренним строением, характеризующимся чередованием промышленных руд с безрудными участками и некондиционными рудами;

крупными пласто- и штокообразными скарновыми залежами сложной формы и с неравномерным распределением молибдена;

крупными протяженными жилами непостоянной, сравнительно небольшой мощности и с неравномерным распределением молибдена.

К **3-й группе** относятся месторождения (участки) очень сложного геологического строения с рудными телами, представленными средними по размерам жилами, оруденелыми зонами, жило- и линзообразными скарновыми залежами небольшой или резко изменчивой мощности и с весьма неравномерным распределением молибдена.

Месторождения молибденовых руд **4-й группы** «Классификации...», представлены мелкими жилами, небольшими штокообразными залежами, линзами, гнездами или телами с чрезвычайно сложным прерывистым гнездообразным распределением рудных скоплений, самостоятельного промышленного значения, как правило, не имеют и пригодны лишь для попутной разработки действующими предприятиями.

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

Группы сложности месторождений, в которых молибден является попутным компонентом, определяется по основному полезному компоненту.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗУЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

9. Для наиболее эффективного изучения месторождений необходимо соблюдать установленную стадийность геологоразведочных работ и строго выполнять требования к их полноте и качеству, осуществлять рациональное комплексирование методов и технических средств разведки, своевременно производить постадийную геолого-экономическую оценку результатов исследований. Изученность месторождений должна обеспечить полноту

комплексной оценки, возможность его комплексного освоения при обязательном соблюдении требований по охране окружающей среды.

Требования к изучению молибдена, как попутного полезного компонента, определяются «Положением о порядке изучения попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов на месторождениях твердых полезных ископаемых» (протокол ГКЗ № 28 от 18.08.2018г.).

10. На вновь выявленных перспективных месторождениях проводится оценка в объемах, необходимых для определения их промышленного значения. При положительной геолого-экономической оценке проводится разведка с вовлечением месторождения в эксплуатацию.

11. По результатам оценки, разведки месторождения подсчитываются и утверждаются в установленном порядке геологические и эксплуатационные запасы руд и металла, попутных полезных ископаемых, попутных полезных компонентов, имеющих промышленное значение, по категориям в соответствии с разделами I, III и V Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. За контуром подсчета запасов оцениваются прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>.

12. По месторождению должна быть составлена топографическая основа, масштаб которой соответствовал бы размерам объекта, особенностям геологического строения и рельефу местности. Топографические карты и планы на молибденовых месторождениях обычно составляются в масштабах 1:1000 - 1:5000. Все разведочные и эксплуатационные выработки (канавы, шурфы, штольни, скважины), профили детальных геофизических наблюдений, а также естественные обнажения рудных тел и минерализованных зон должны быть инструментально привязаны. Подземные горные выработки и скважины наносятся на планы по данным маркшейдерской съемки. Маркшейдерские планы горизонтов горных работ обычно составляются в масштабе 1:200, сводные планы - в масштабе не менее 1:1000. Для скважин должны быть вычислены координаты точек пересечения ими кровли и подошвы рудного тела и построены приложения их стволов на плоскости планов и разрезов.

13. Геологическое строение месторождения должно быть изучено в достаточной степени и отображено на геологической карте масштаба 1:1000 - 1:5000 (в зависимости от размеров и сложности месторождения), геологических разрезах, планах, проекциях масштаба 1:500 - 1:1000, объемных моделях, а в необходимых случаях – на структурных планах подошвы (кровли) рудных тел, планах изосодержаний, изометрограммов. Геологические и геофизические материалы по месторождению должны давать представление о размерах и форме рудных тел, условиях их залегания, внутреннем строении и сплошности, характере выклинивания рудных тел, распределении молибдена в них, особенностях изменения вмещающих пород и взаимоотношениях рудных тел с вмещающими породами, складчатыми структурами и тектоническими нарушениями в степени, необходимой

и достаточной для обоснования подсчета геологических запасов. Следует также обосновать геологические границы месторождения и критерии, определяющие местоположение перспективных участков, в пределах которых оценены прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>.

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

14. Выходы и приповерхностные части рудных тел или минерализованных зон должны быть изучены горными выработками и скважинами с применением геофизических и геохимических методов и опробованы с детальностью, позволяющей установить морфологию и условия залегания рудных тел, глубину развития и строения зоны окисления, степень окисленности руд и снижения содержаний в них молибдена, вещественный состав и технологические свойства первичных, смешанных и окисленных руд и провести подсчет запасов раздельно по промышленным (технологическим) типам.

15. Оценка месторождения на глубину проводится, как правило, скважинами, разведка – скважинами в сочетании при очень сложном геологическом строении месторождения с подземными горными выработками.

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

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

Оценка месторождения проводится до глубины с учетом характера распределения оруденения, данных поискового бурения, геофизических исследований. Глубина разведки ограничивается горизонтами, экономически целесообразными для разработки с использование современных технологий освоения месторождений.

16. Для обеспечения достоверности подсчета запасов основным способом бурения скважин являются колонковые. Шарошочные бурения используются при проведении оценочных работ для выделения зон минерализации, участков с повышенными концентрации молибдена.

По скважинам колонкового бурения должен быть получен максимальный выход керна хорошей сохранности в объеме, обеспечивающем выяснение с необходимой полнотой особенностей залегания рудных тел и вмещающих пород, их мощности, внутреннего строения рудных тел, характера окорудных изменений, распределения природных разновидностей руд, их текстуры и структуры, и представительности материала для опробования.

Практикой геологоразведочных работ установлено, что выход керна должен быть не менее 90% по каждому рейсу бурения.

Достоверность определения линейного выхода керна следует систематически контролировать другими способами.

Представительность керна для определения содержаний молибдена и мощности рудных интервалов должна быть подтверждена исследованиями возможности его избирательного истирания. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования керна и шлама (по интервалам с их различным выходом) с данными опробования горных выработок, скважин ударного, пневмоударного и шарошечного бурения, а также колонковых скважин, пробуренных с применением съемных керноприемников. При низком выходе керна или избирательном его истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки.

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

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

горными выработками результаты замеров проверяются данными маркшейдерской привязки.

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

17. Горные выработки являются основным средством детального изучения условий залегания, морфологии, внутреннего строения рудных тел, их сплошности, вещественного состава руд для подсчета (в сочетании со скважинами) запасов категории В на месторождениях 2-й группы и запасов категории С<sub>1</sub> на месторождениях 3-й группы, а также для оценки достоверности скважинного бурения, геофизических исследований и отбора технологических проб.

Сплошность рудных тел и характер изменчивости их мощностей и содержаний основных полезных компонентов по простиранию и падению должны быть изучены в достаточном объеме на представительных участках: по маломощным рудным телам жильного типа непрерывными штреками и восстающими, а по мощным рудным телам типа минерализованных зон и штокверков - сгущением сети подземных горизонтальных скважин.

Одно из важнейших назначений горных выработок – установление избирательного выкрашивания молибденсодержащих минералов при отборе бороздовых проб и истирания при бурении скважин с целью выяснения возможности использования данных бороздового и скважинного опробования и результатов геофизических исследований для геологических построений и подсчета запасов. Горные выработки следует проходить на участках и горизонтах месторождения, намеченных к первоочередной отработке.

18. Расположение разведочных выработок и расстояния между ними должны быть определены для каждого структурно-морфологического типа рудных тел с учетом их размеров, особенностей геологического строения и характера распределения молибдена.

Приведенные в табл. 5 обобщенные сведения о плотности сетей, применявшимся при разведке месторождений молибденовых руд, могут учитываться при проектировании геологоразведочных работ, но их нельзя рассматривать как обязательные.

Для каждого месторождения на основании изучения участков детализации и тщательного анализа всех имеющихся геологических, геофизических и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям обосновываются наиболее рациональные геометрия и плотность сети разведочных выработок.

Таблица 5

## Сведения о плотности разведочных выработок, применявшихся при разведке месторождений молибденовых руд

| Группа месторождения | Характеристика рудных тел                                                                                                                                                            | Виды выработок  | Расстояние между пересечениями рудных тел выработками (в м) для категории запасов |            |                 |            |                 |            |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
|                      |                                                                                                                                                                                      |                 | В                                                                                 |            | C <sub>1</sub>  |            | C <sub>2</sub>  |            |
|                      |                                                                                                                                                                                      |                 | по простирианию                                                                   | по падению | по простирианию | по падению | по простирианию | по падению |
| 2-я                  | Крупные штокверки простой формы с изменчивым внутренним строением                                                                                                                    | Штольни, штреки | -                                                                                 | 60-80      | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Орты, рассечки  | 100-200                                                                           | -          | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Восстающие      | 100-120                                                                           | -          | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Скважины        | 100-200                                                                           | 100-120    | 100-200         | 100-200    | 200-400         | 100-200    |
|                      | Крупные штокверки сложной формы с изменчивым внутренним строением                                                                                                                    | Штольни, штреки | -                                                                                 | 60-80      | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Орты, рассечки  | 50-60                                                                             | -          | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Восстающие      | 100-120                                                                           | -          | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Скважины        | 50-60                                                                             | 50-60      | 100-120         | 100-120    | 200-240         | 100-200    |
| 3-я                  | Крупные пластообразные, штокообразные скарновые залежи сложной формы или с неравномерным распределением молибдена                                                                    | Штольни, штреки | -                                                                                 | 60-80      | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Орты, рассечки  | 20-30                                                                             | -          | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Восстающие      | 100-120                                                                           | -          | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Скважины        | 40-60                                                                             | 40-50      | 80-120          | 80-100     | 200-240         | 100-200    |
|                      | Крупные протяженные жилы или оруденелые зоны непостоянной, сравнительно небольшой мощности и с неравномерным распределением молибдена                                                | Штольни, штреки | -                                                                                 | 60-80      | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Орты, рассечки  | 10-20                                                                             | -          | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Восстающие      | 100-120                                                                           | -          | -               | -          | -               | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Скважины        | 40-60                                                                             | 40-50      | 80-120          | 80-100     | 160-240         | 80-100     |
| 3-я                  | Средние по размерам жилы, оруденелые зоны, жилообразные и линзообразные скарновые залежи небольшой или резко изменчивой мощности или с весьма неравномерным распределением молибдена | Штольни, штреки | -                                                                                 | -          | -               | 40-60      | -               | 80-120     |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Орты, рассечки  | -                                                                                 | -          | 10-20           | -          | 20-40           | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Восстающие      | -                                                                                 | -          | 60-120          | -          | 120-240         | -          |
|                      |                                                                                                                                                                                      | Скважины        | -                                                                                 | -          | 30-60           | 30-50      | 60-120          | 30-50      |

19. Участки и горизонты месторождения, намеченные к первоочередной отработке, должны быть разведаны наиболее детально. Запасы на таких участках и горизонтах месторождений 2-й группы должны быть разведаны преимущественно по категории В, а на месторождениях 3-й группы - по категории С<sub>1</sub>. В тех случаях, когда участки первоочередной отработки не характерны для всего месторождения по особенностям геологического строения, качеству руд и горно-геологическим условиям, должны быть детально изучены также участки, удовлетворяющие этому требованию.

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

На разрабатываемых месторождениях для этих целей используются результаты эксплуатационной разведки и разработки.

20. Все разведочные выработки и выходы рудных тел или зон на поверхность должны быть задокументированы по типовым формам с возможностью их автоматизированной обработки. Выполняется также фотодокументация керна и горных выработок. Результаты опробования выносятся на первичную документацию и сверяются с геологическим описанием.

Полнота и качество первичной документации, соответствие ее геологическим особенностям месторождения, правильность определения пространственного положения структурных элементов, составление зарисовок и их описаний должны систематически сверяться с натурай компетентными комиссиями в установленном порядке.

Следует также оценивать качество опробования (выдержанность сечения и массы проб, соответствие их положения особенностям геологического строения участка, полноту и непрерывность отбора проб, наличие и результаты контрольного опробования), представительность минералого-технологических и инженерно-гидрогеологических исследований, качество определений объемной массы, обработки проб и аналитических работ. Кроме того, необходимо контролировать соответствие сводных геологических материалов первичной документации. Результаты проверок оформляются актами.

21. Для изучения качества полезного ископаемого, оконтуривания рудных тел и подсчета запасов все рудные интервалы, вскрытые разведочными выработками или установленные в естественных обнажениях, должны быть опробованы.

22. Выбор способов опробования производится исходя из конкретных геологических особенностей месторождения.

Принятый на месторождении способ опробования должен обеспечивать наибольшую достоверность результатов при достаточной производительности и экономичности. В случае применения нескольких способов опробования их необходимо сопоставить по точности результатов и достоверности.

23. 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 месторождений, аналогов, а на новых объектах – экспериментальным путем; пробы необходимо отбирать в направлении максимальной изменчивости оруденения вкрест простирации рудных тел (рудных зон). В случае пересечения рудных тел разведочными выработками (в особенности скважинами) под острым углом к направлению максимальной изменчивости (если при этом возникают сомнения в представительности опробования) контрольными работами или сопоставлением должна быть доказана возможность использования в подсчете запасов результатов опробования этих пересечений;

опробование следует проводить непрерывно, на полную мощность рудного тела с выходом во вмещающие породы на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с кондициями в промышленный контур; для рудных тел без видимых геологических границ – во всех разведочных сечениях, а для рудных тел с четкими геологическими границами – по разреженной сети выработок. В канавах, шурфах, траншеях кроме коренных выходов руд должны быть опробованы и продукты их выветривания;

опробование горных выработок (канав, штреков, рассечек и др.) должно производиться секционно бороздой 5x10 см, что неоднократно было доказано экспериментальными работами на многих рудных месторождениях;

природные разновидности руд и минерализованных пород в зальбандах рудных тел должны опробоваться раздельно – секциями; длина каждой секции (рядовой пробы) определяется внутренним строением рудного тела, изменчивостью вещественного состава, текстурно-структурных особенностей, физико-механических и других свойств руд, а в скважинах – также длиной рейса. Она не должна превышать установленную кондициями минимальный мощность рудных тел, а также максимальный мощность внутренних и некондиционных прослоев; при этом интервалы, характеризующиеся различным выходом керна, опробуются раздельно; при наличии избирательного истирания керна опробованию подвергаются как керн, так и измельченные продукты, которые отбираются в самостоятельную пробу с того же интервала, что и керновая проба, обрабатываются и анализируются отдельно.

В горных выработках, пересекающих рудное тело на всю мощность,

и в восстающих опробование должно проводиться по двум стенкам выработки; в выработках, пройденных по простиранию рудного тела, - в забоях. Расстояния между пробами в прослеживающих выработках обычно не превышают 1-4м (допустимость увеличения шага опробования должна быть подтверждена экспериментальными данными). В горизонтальных горных выработках при крутом залегании рудных тел все пробы размещаются на постоянной, заранее определенной высоте. Принятые параметры проб должны быть обоснованы экспериментальными работами. Проводятся также работы по изучению возможности выкрашивания рудных или породных минералов при принятом для горных выработок способе опробования.

Данные опробования штреков, восстающих, гезенков, скважин, не вскрывающих рудные тела на всю мощность, не могут быть использованы при подсчете запасов. Возможность использования данных опробования восстающих, вскрывающих рудные тела на полную мощность, должна быть в каждом случае обоснована исходя из особенностей распределения полезного ископаемого участков (рудных столбов).

24. Качество опробования по каждому принятому способу и по основным разновидностям руд необходимо систематически контролировать, оценивая точность и достоверность результатов. Следует своевременно проверять положение проб относительно элементов геологического строения и надежность оконтуривания рудных тел по мощности, выдержанность принятых параметров проб и соответствие фактической массы пробы расчетной, исходя из принятого сечения борозды или фактического диаметра и выхода керна (отклонения не должны превышать  $\pm 10-20\%$  с учетом изменчивости плотности руд). Точность бороздового опробования следует контролировать отбором сопряженных борозд того же сечения, кернового опробования - отбором проб из вторых половинок керна.

При геофизическим опробовании в естественном залегании контролируется стабильность работы аппаратуры и воспроизводимость метода при одинаковых условиях рядовых и контрольных измерений; достоверность геофизического опробования определяется сопоставлением данных геологического и геофизического опробования по опорному интервалу с высоким выходом керна, для которого доказано отсутствие избирательного истирания.

В случае выявления недостатков, влияющих на точность опробования, следует производить переопробование рудного интервала.

Достоверность принятых методов и способов опробования контролируется представительным способом, как правило, валовым (задирковым) в соответствии с существующими методическими рекомендациями. Для этой цели необходимо также использовать данные технологических проб, валовых проб, отобранных для определения объемной массы в целиках и результаты разработки 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.

25. Обработка проб производится по схемам, разработанным для каждого месторождения, с учетом характера распределения рудных материалов. Основные и контрольные пробы обрабатываются по одной схеме.

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

Обработка контрольных крупномасштабных проб производится по специально составленным программам, включающим проведение экспериментальных работ по определению минимальных массы и количества отбираемых на анализ навесок.

26. Химический состав руд должен изучаться с полнотой, обеспечивающей установление содержания молибдена и всех попутных полезных компонентов, а также вредных примесей. Содержания их в руде определяются анализами проб химическими, спектральными, физическими и другими методами, установленными государственными стандартами.

Изучение в рудах попутных компонентов производится в соответствии с «Положением о порядке изучения попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов на месторождениях твердых полезных ископаемых», утвержденным в ГКЗ (протокол №28 от 18.08.2018г.).

Все рядовые пробы, как правило, анализируются на молибден, золото, серебро, а также на компоненты (медь, цинк, свинец, серу, висмут и др.), содержание которых учитывается при оконтурировании рудных тел по мощности. Другие полезные компоненты (кадмий, селен, теллур, индий и др.) и вредные примеси (сурьма, мышьяк, углерод и др.) определяются обычно по групповым пробам.

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

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

27. Качество анализов проб необходимо систематически проверять, а результаты контроля своевременно обрабатывать. 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.

28. Для определения величин случайных погрешностей необходимо

проводить внутренний контроль путем анализа зашифрованных контрольных проб, отобранных из дубликатов аналитических проб, в той же лаборатории, которая выполняет основные анализы.

Для выявления и оценки возможных систематических погрешностей должен осуществляться внешний контроль в лаборатории, имеющей статус контрольной.

На внешний контроль направляются дубликаты аналитических проб, хранящихся в основной лаборатории и прошедшие внутренний контроль. При наличии стандартных образцов состава (СОС), аналогичных исследуемым пробам, внешний контроль следует осуществлять, включая их в зашифрованном виде в партию проб, которые сдаются на анализ в основную лабораторию.

Пробы, направляемые на внутренний и внешний контроль, должны характеризовать все разновидности руд месторождения и классы содержаний. В обязательном порядке на внутренний и внешний контроль направляются все пробы, показавшие аномальные содержания анализируемых компонентов, в том числе «ураганные».

29. Объем внутреннего и внешнего контроля должен обеспечить представительность выборки по каждому классу содержаний и периоду разведки.

При выделении классов следует учитывать требования 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.

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

Относительная среднеквадратичная погрешность, определенная по результатам внутреннего контроля, не должна превышать значений, указанных в табл. 6.

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 6

Предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности анализов по классам содержания

| Компоненты      | Классы содержаний компонентов в руде, % (Au, Aq, Re, Se, Te, г/т)* | Предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности, % | Компоненты                    | Классы содержаний компонентов в руде, % (Au, Aq, Re, Se, Te, г/т)* | Предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности, % |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Mo              | >1                                                                 | 35                                                                     | Au                            | 4-16                                                               | 18                                                                     |
|                 | 0,5-1                                                              | 6                                                                      |                               | 1-4                                                                | 25                                                                     |
|                 | 0,2-0,5                                                            | 8,5                                                                    |                               | 0,5-1                                                              | 30                                                                     |
|                 | 0,1-0,2                                                            | 13                                                                     |                               | <0,5                                                               | 30                                                                     |
|                 | 0,05-0,1                                                           | 18                                                                     |                               |                                                                    |                                                                        |
|                 | 0,02-0,05                                                          | 23                                                                     |                               |                                                                    |                                                                        |
| WO <sub>3</sub> | 1-2                                                                | 8                                                                      | Ag                            | 10-30                                                              | 15                                                                     |
|                 | 0,5-1                                                              | 9                                                                      |                               | 1,0-10                                                             | 22                                                                     |
|                 | 0,2-0,5                                                            | 12                                                                     |                               | 0,5-1,0                                                            | 25                                                                     |
|                 | 0,1-0,2                                                            | 16                                                                     |                               |                                                                    |                                                                        |
|                 | 0,05-0,1                                                           | 18                                                                     |                               |                                                                    |                                                                        |
|                 | 0,02-0,05                                                          | 25                                                                     |                               |                                                                    |                                                                        |
| Cu              | 1-3                                                                | 5,5                                                                    | Re                            | >40                                                                | 18                                                                     |
|                 | 0,5-1                                                              | 8,5                                                                    |                               | 20-40                                                              | 19                                                                     |
|                 | 0,2-0,58                                                           | 13                                                                     |                               | 10-20                                                              | 22                                                                     |
|                 | 0,1-0,2                                                            | 17                                                                     |                               | 5-10                                                               | 24                                                                     |
|                 | 0,05-0,1                                                           | 25                                                                     |                               | 1-5                                                                | 25                                                                     |
|                 | 0,01-0,05                                                          | 30                                                                     |                               | 0,5-1                                                              | 30                                                                     |
|                 |                                                                    |                                                                        |                               | 0,1-0,5                                                            | 30                                                                     |
|                 |                                                                    |                                                                        |                               | 0,01-0,1                                                           | 30                                                                     |
|                 |                                                                    |                                                                        |                               |                                                                    |                                                                        |
|                 |                                                                    |                                                                        |                               |                                                                    |                                                                        |
| Sn              | 0,5-1                                                              | 7,5                                                                    | Se                            | 50-100                                                             | 20                                                                     |
|                 | 0,2-0,5                                                            | 10                                                                     |                               | 20-50                                                              | 21                                                                     |
|                 | 0,1-0,2                                                            | 15                                                                     |                               | 5-20                                                               | 28                                                                     |
|                 | 0,05-0,1                                                           | 20                                                                     |                               | 1-5                                                                | 30                                                                     |
|                 | 0,025-0,05                                                         | 25                                                                     |                               |                                                                    |                                                                        |
| Bi              | 0,6-1                                                              | 8,5                                                                    | Te                            | 50-100                                                             | 18                                                                     |
|                 | 0,2-0,6                                                            | 11                                                                     |                               | 20-50                                                              | 21                                                                     |
|                 | 0,05-0,2                                                           | 15                                                                     |                               | 5-20                                                               | 28                                                                     |
|                 | 0,02-0,05                                                          | 20                                                                     |                               | 1-5                                                                | 30                                                                     |
|                 | 0,005-0,02                                                         | 30                                                                     |                               |                                                                    |                                                                        |
| S               | 20-30                                                              | 1,5                                                                    | As                            | >2                                                                 | 2,5                                                                    |
|                 | 10-20                                                              | 2                                                                      |                               | 0,5-2                                                              | 5                                                                      |
|                 | 2-10                                                               | 6                                                                      |                               | 0,05-0,5                                                           | 13                                                                     |
|                 | 1-2                                                                | 9                                                                      |                               | 0,01-0,05                                                          | 25                                                                     |
|                 | 0,5-1                                                              | 12                                                                     |                               | >0,01                                                              | 30                                                                     |
|                 | 0,3-0,5                                                            | 15                                                                     |                               |                                                                    |                                                                        |
|                 |                                                                    |                                                                        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | >0,3                                                               | 7                                                                      |
|                 |                                                                    |                                                                        |                               | 0,1-0,3                                                            | 9                                                                      |
|                 |                                                                    |                                                                        |                               | 0,05-0,1                                                           | 12                                                                     |
|                 |                                                                    |                                                                        |                               | 0,01-0,05                                                          | 20                                                                     |
|                 |                                                                    |                                                                        |                               | 0,001-0,01                                                         | 28                                                                     |

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

31. При выявлении по данным внешнего контроля систематических расхождений между результатами анализов основой и контролирующей лабораторий проводится арбитражный контроль. Этот контроль выполняется в лаборатории, утвержденной в качестве арбитражной Мингеологии.

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

При подтверждении арбитражным анализом систематических расхождений следует выяснить их причины и разработать мероприятия по устраниению, 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.

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

33. Минеральный состав руд, их текстурно-структурные особенности и физические свойства должны быть изучены с применением минералогопетрографических, физических, химических и других видов анализа. При этом наряду с описанием отдельных минералов производится также количественная оценка их распространенности.

Особое внимание уделяется молибденсодержащим минералам, определении их количества, выяснению их взаимоотношений между собой и с другими минералами (наличие и размер сростков, характер срастания), размеров зерен и соотношений различных по крупности классов.

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

34. В результате изучения химического и минерального состава, текстурно-структурных особенностей и физических свойств руд устанавливаются их природные разновидности и предварительно намечаются промышленные (технологические) типы, требующие селективной добычи и раздельной переработки.

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

35. Технологические свойства руд, как правило, изучаются в лабораторных и полупромышленных условиях на минералоготехнологических, малых технологических, лабораторных, укрупнено-лабораторных и полупромышленных пробах. При имеющемся опыте промышленной переработки для легкообогатимых руд допускается использование аналогии, подтвержденной результатами лабораторных исследований. Для труднообогатимых или новых типов руд, опыт переработки которых отсутствует, технологические исследования руд и, в случае необходимости, продуктов их обогащения должны проводиться по специальным программам, согласованным с заинтересованными организациями.

Отбор проб для технологических исследований на разных стадиях геологоразведочных работ следует выполнять в соответствии с существующими методическими указаниями.

36. По определенной сети должны быть отобраны минералоготехнологические и малые технологические пробы по всем природным разновидностям руд, установленных на месторождении. По результатам их испытаний на основе технологического картирования проводится геологотехнологическая типизация руд месторождения с выделением промышленных (технологических) типов и сортов руд, изучается пространственная изменчивость вещественного состава, физико-механических и технологических свойств руд в пределах выделенных промышленных (технологических) типов и составляются геолого-технологические карты, планы и разрезы.

На лабораторных пробах должны быть изучены технологические свойства всех выделенных промышленных (технологических) типов руд в степени, необходимой для выбора оптимальной технологической схемы их переработки и определения основных технологических показателей обогащения.

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

37. Полупромышленные технологические испытания проводятся в соответствии с программой, разработанной организацией, выполняющей технологические исследования, совместно с геологоразведочной организацией и согласованной с проектной организацией.

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

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

Промышленные (технологические) типы и сорта руд должны быть охарактеризованы по соответствующим, предусмотренным кондициями, показателям; определены химический и минеральный состав исходной руды и продуктов обогащения, представлены данные о дробимости и измельчаемости руд; технологические показатели переработки: для процессов флотации - выход концентратов и их характеристика, метод переработки концентратов, извлечение молибдена, золота и других полезных компонентов в отдельных операциях и сквозное извлечение; для процессов цианирования - извлечение молибдена и золота, расход реагентов, а также способы обезвреживания промышленных стоков.

Для попутных компонентов необходимо выяснить формы нахождения и баланс их распределения в продуктах обогащения и передела концентратов, а также установить условия, возможность и экономическую целесообразность их извлечения, а также извлечение полезного ископаемого в отдельных операциях и сквозное извлечение.

Должна быть изучена возможность использования оборотных вод и отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме переработки минерального сырья, даны рекомендации по очистке промстоков, выбору ассортимента и установлению расхода реагентов, воды, топлива, электроэнергии, определению номенклатуры и качеству аппаратуры.

40. Определение объемной массы необходимо производить для каждой выделенной природной разновидности руд и внутри рудных некондиционных прослоев, а также для вмещающих пород.

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

41. Гидрогеологическими исследованиями должны быть изучены основные водоносные горизонты, которые могут участвовать в обводнении месторождения, выявлены наиболее обводненные участки и зоны и решены вопросы использования или сброса рудничных вод. По каждому односному горизонту следует установить его мощность, литологический состав, типы коллекторов, условия питания, взаимосвязь с другими водоносными

горизонтами и поверхностными водами, положение уровней подземных вод и другие параметры; определить возможные водопритоки в эксплуатационные горные выработки, проходка которых предусмотрена в технико-экономическом обосновании кондиций, и разработать рекомендации по защите их от подземных вод. Необходимо также:

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

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

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

оценить возможные источники хозяйственного – питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающих потребность будущих предприятий по добыче полезных ископаемых и переработке минерального сырья.

По результатам гидрогеологических исследований должны быть даны рекомендации к проектированию рудника, включающие способ осушения геологического массива, водоотвод; утилизацию дренажных вод; источники водоснабжения; природоохраны меры.

42. Инженерно-геологическими исследованиями должны быть изучены: физико-механические свойства руд, рудовмещающих пород и перекрывающих отложений, определяющие характеристику их прочности в естественном и водонасыщенном состояниях; инженерно-геологические особенности массивов пород месторождения, их состав, анизотропия, трещинноватость, тектоническая нарушенность, текстурные особенности, закарствованность, разрушенность в зоне выветривания; охарактеризованы современные геологические процессы. Должны учитываться величина и направленные действия первоначальных тектонических напряжений, соотношения между вертикальными напряжениями от действия толщи пород и горизонтальными напряжениями, действующими в массиве, деформационные характеристики массива, а также изменения геомеханических характеристик массива с глубиной, которые могут осложнить разработку месторождения.

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

При наличии в районе месторождения действующих шахт или карьеров, расположенных в аналогичных гидрогеологических и инженерно-

геологических условиях, для характеристики разведуемого месторождения следует использовать данные о степени обводненности и инженерно-геологических условиях этих шахт и карьеров.

43. 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.

44. Следует определить факторы, влияющие на здоровье человека (пневмо- и силикозоопасность, повышенная радиоактивность, геотермические условия и др.)

45. Должны быть проведены в зависимости от экологической обстановки района месторождения специальные экологические исследования. По их результатам должны быть установлены: фоновые параметры состояния окружающих среды (уровень радиации, качество поверхностных и подземных вод и воздуха, характеристика почвенного покрова растительности и животного мира), а также предполагаемые виды химического и физического воздействия намечаемого к разработке объекта на окружающую среду (запыление прилегающих территорий, загрязнение поверхностных и подземных вод, почв рудничными водами и промстоками, воздуха выбросами в атмосферу), 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 покрова и произвести агрохимические исследования рыхлых отложений, а также выяснить степень токсичности пород вскрыши и возможность образования на них растительного покрова. Должны быть даны рекомендации по разработке мероприятий по охране недр, предотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивация земель.

46. Гидрогеологические, инженерно-геологические, горно-геологические, экологические и другие природные условия должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения.

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

48. Другие полезные ископаемые, образующие во вмещающих и перекрывающих породах самостоятельные рудные тела (залежи), должны быть изучены в степени, позволяющей определить их промышленную ценность и область возможного использования в соответствии «Положением о порядке изучения попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов на месторождениях твердых полезных ископаемых», утвержденным в ГКЗ (протокол №28 от 18.08.2018г.).

#### IV. ТРЕБОВАНИЯ К ПОДСЧЕТУ ЗАПАСОВ

49. Подсчет и квалификация геологических запасов месторождений молибденовых руд по степени разведанности производится в соответствии с «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (приложение №4 к протоколу ГКЗ № 1185 от 26.09.2022г.).

50. Принятый подсчет запасов традиционными методами (геологических блоков, разрезов) определяется сложностью геологического строения месторождения (участка), характером распределения оруденения, условиями залегания, морфологией и внутренним строением рудных тел.

51. Геологические запасы подсчитываются по подсчетным блокам. В подсчетных блоках с запасами категории С<sub>1</sub> количество руды, как правило, не должно превышать проектную годовую производительность будущего горного предприятия.

Участки рудных тел, выделяемые в подсчетные блоки, должны характеризоваться:

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

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

выдержанностью условий залегания рудных тел, определенной приуроченностью блока к единому структурному элементу (крылья, замковая часть складки, тектоническому блоку, ограниченному разрывными нарушениями);

общностью горнотехнических условий разработки.

При невозможности геометризации и оконтуривания рудных тел или промышленных (технологических) типов руд количество и качество балансовых и забалансовых запасов руд в подсчетном блоке определяется статистически.

52. При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику месторождений молибденовых руд.

Запасы категории В при разведке подсчитываются только на месторождениях 2-ой группы. К ним относятся запасы, выделенные на участках детализации или в пределах других частей рудных тел, степень разведанности которых соответствует требованиям классификации к этой категории.

Контур запасов категории В проводится по разведочным выработкам в соответствии с требованиями кондиций без экстраполяции.

Объектом изучения являются рудные тела, части рудных тел, блоки, группы блоков, эксплуатационные горизонты на участках первоочередного освоения.

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

К категории С<sub>1</sub> относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержанна принятая для этой категории сеть разведочных выработок, а достоверность полученной при этом информации подтверждена на новых месторождениях участками детализации, на разрабатываемых месторождениях – данными эксплуатации. На месторождениях, где объем руды определяется с помощью коэффициента рудоносности, изученность основных особенностей внутреннего строения должна обеспечить выяснение рудонасыщенности и закономерностей распределения участков кондиционных руд.

Контуры запасов категории С<sub>1</sub>, как правило, определяются по разведочным выработкам в соответствии с требованиями кондиции, а для наиболее выдержаных и крупных рудных тел - геологически обоснованной ограниченной экстраполяцией, учитывающей изменение морфоструктурных особенностей, мощностей рудных тел и качества руд. Размер зоны экстраполяции не должен превышать половины расстояния, принятого для запасов этой категории.

Запасы категории С<sub>2</sub> подсчитываются по подсчетным блокам на основании разреженной по сравнению с запасами категории С<sub>1</sub> сети разведочных выработок (обычно в 2 раза).

Контур запасов проводится по разведочным выработкам в соответствии с требованиями кондиции или путем экстраполяции. Размер зоны экстраполяции не должен превышать половину расстояния, принятого между выработками для запасов категории С<sub>2</sub>.

Величина экстраполяции в каждом конкретном случае для запасов категорий С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> должна быть обоснована фактическими данными. Не допускается экстраполяция в сторону выклинивания и расщепления рудных тел, ухудшения качества руд.

53. Геологические запасы подсчитываются раздельно по категориям разведенности, способам отработки (карьерным, подземным), промышленным (технологическим) типам руд, их экономическому значению (балансовые, забалансовые).

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

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

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

При подсчете запасов должны быть выявлены рудные пересечения с аномально высокими («ураганными») содержаниями молибдена и повышенной мощностью, проанализировано их влияние на величину средних параметров подсчетного блока и при необходимости ограничено влияние. Части рудных тел с высокими содержаниями молибдена, увеличенной мощностью следует выделить в самостоятельные подсчетные блоки.

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

54. При компьютерном подсчете запасов с применением традиционных методов рекомендуется использовать программные комплексы, обеспечивающие возможность просмотра, проверки и корректировки исходных данных (координаты разведочных выработок, данные инклинометрия, результаты и планы опробования, параметры принятых кондиций, отметки литолого-стратиграфических границ, тектонических контактов и др.), результатов промежуточных расчетов (каталог рудных пересечений, выделенных соответсвии с разведочными кондиций; геологические разрезы, проекции рудных тел на горизонтальную или вертикальную плоскость; каталог подсчетных параметров по блокам) и сводных результатов подсчета запасов. Выходная документация и машинная графика должны отвечать существующим требованиям к этим документам по составу, структуре, форме и др.

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

56. На разрабатываемых месторождениях для контроля за полнотой отработки ранее утвержденных запасов и обоснования достоверности подсчитанных запасов необходимо производить сопоставление данных

разведки и эксплуатации по запасам, условиям залегания, морфологии, мощности, внутреннему строению рудных тел, содержанию полезных компонентов в соответствии с утвержденными ГКЗ «Методическими указаниями по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений».

В материалах сопоставления должны быть приведены контуры утвержденных в установленном порядке и погашенных запасов, площадей прироста, а также сведения о запасах, числящихся на государственном балансе (в том числе об остатке утвержденных запасов); представлены таблицы движения запасов по категориям, рудным телам и месторождению в целом, а также баланс руды и металла в контуре погашенных запасов, отражающий изменение утвержденных ранее запасов, потери при добыче и транспортировке, выход товарной продукции и потери при переработке руд. Результаты сопоставления сопровождаются графикой, иллюстрирующей изменение представлений о горно-геологических условиях месторождения.

При анализе результатов сопоставления необходимо установить величины изменений при разработке или доразведке утвержденных ранее параметров (площадей подсчета, мощностей рудных тел, коэффициентов рудоносности, содержаний полезных компонентов, объемных масс и т.д.), запасов и качества руд, потерю и разубоживания при их добыче, а также выяснить причины этих изменений. По месторождению, на котором утвержденные запасы или качество руд не подтвердились при разработке, сопоставление данных разведки и разработки, а также анализ причин расхождения должны производиться совместно организациями, разведывающими и разрабатывающими месторождение.

В случае установления значительных расхождений вводится с учетом величины расхождений поправочный коэффициент в раннее утвержденные подсчетные параметры и запасы с пересчетом оставшихся разведенных запасов. Результаты сопоставления данных разведки и разработки месторождения должны учитываться при разведке новых месторождений.

На новых месторождениях для сопоставления данных разведки и эксплуатации используются также данные проведенной на представительных участках опытно-промышленной добычи (разработки).

57. В современной практике для подсчета запасов рудных месторождений используется в основном блочное моделирование.

Выбор алгоритма блочного моделирования (методы кригинга, обратных расстояний) зависит от геологического строения изучаемого месторождения (участка), плотности разведочной сети наблюдений и других факторов. Эффективность применения для подсчета запасов блочного моделирования в значительности степени обусловлено количеством и качеством исходный разведочной информации, методологии анализа первичных данных и моделирования, отвечающих индивидуальным особенностям месторождения (законам распределения подсчетных параметров, характеру тренда и изотропии, влиянию структурных границ, структуре и качеству

экспериментальных вариаграмм, параметрам поискового эллипсоида).

Блочная модель должна включать все разведанные запасы месторождения (участка) с разделением их по типам руд, категориям разведенности (изученности), балансовой принадлежности с выделением подсчетных блоков (или доменов) с их индексацией.

При построении блочной модели месторождения максимальный размер элементарного подсчетного блока выбирается исходя из планируемой технологии добычи, минимальный – определяется плотности созданной на месторождении разведочных сети наблюдения (не рекомендуется принимать размер элементарного блока менее  $\frac{1}{4}$  средней плотности сети).

Все массивы цифровых данных (результаты опробования, координаты проб или разведочных пересечений, аналитические выражения структурных функций – вариаграмм и др.) должны быть представлены в форматах доступных для экспертизы с применением современных программных комплексов (Micromine, Datamine, Leapfrog и др).

Графические материалы к блочным моделям должны представлять исчерпывающие сведения об условиях построения моделей и геологических особенностях объектов. На опорных геологических (подсчетных) разрезах, планах горизонтов и проекциях необходимо указывать границы блоков (доменов) с обозначением их индексов и экспликации с характеристиками подсчетных блоков. Эти материалы должны содержать исходные данные опробования по разведочным пересечениям, а также, при необходимости, коды пород разного состава и другую необходимую информацию.

58. Подсчет запасов по блочной модели должен, как правило, проверяться (не менее 20% от общих запасов) путем сравнения с результатами традиционных способов подсчета запасов.

Допустимы расхождения по основным рудным телам, блокам (при подсчете всех запасов традиционными методами – по месторождению, участку в целом) составляют по запасам руды  $\pm 10\%$ , содержанию молибдена  $\pm 5\%$ , запасам молибдена  $\pm 15\%$ . В случае более высоких расхождений проводится анализ их причин с внесением при необходимости изменений в запасы, подсчитанные традиционными методами или по блочной модели.

59. Эксплуатационные запасы руд подсчитываются и квалифицируются по категориям А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub> в соответствии с требованиями разделов I и V Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (приложение №4 к протоколу ГКЗ № 1185 от 26.09.2022г.).

60. Подсчет запасов попутных полезных ископаемых и компонентов производится в соответствии с «Положением о порядке изучения попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов на месторождениях твердых полезных ископаемых» (протокол ГКЗ № 28 от 18.08.2018г.).

61. Подсчет запасов оформляется в соответствии с «Инструкцией о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых при Мингеологии Республики

Узбекистан материалов по подсчету запасов металлических полезных ископаемых».

## **V. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ИЗУЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

62. По степени изученности месторождения молибденовых руд могут быть отнесены к группе оцененных или разведанных в соответствии с требованиями раздела V «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (приложение №4 к протоколу ГКЗ № 1185 от 26.09.2022г.).

63. К оцененным относятся месторождения, запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены в процессе оценочных работ в степени, позволяющей обосновать целесообразность их дальнейшей разведки.

Оцененные месторождения по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

1) обеспечивается возможность квалификации запасов, главным образом по категории С<sub>2</sub> и частично запасов категории С<sub>1</sub> (на участках детализации);

2) вещественный состав и технологические свойства полезного ископаемого оценены с полнотой, необходимой для выбора принципиальной технологической схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное использование полезного ископаемого;

3) определено возможное промышленное значение попутных полезных ископаемых и компонентов;

4) гидрогеологические, инженерно-геологические, горнотехнические и другие природные условия изучены с полнотой, позволяющей предварительно охарактеризовать их основные показатели;

5) определены для будущего предприятия возможные источники энергоснабжения, хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, площади размещения отходов основного производства;

6) достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии тел полезного ископаемого подтверждены на отдельных участках детализации с подсчетом по ним запасов по категории С<sub>1</sub>;

7) рассмотрено и оценено возможное влияние отработки месторождения на окружающую среду;

8) подсчетные параметры разведочных кондиций установлены на основе укрупненных технико-экономических расчетов с учетом показателей по аналогии с месторождениями, находящимися в сходных горногеологических условиях;

9) принятие для подсчета эксплуатационных запасов потери и разубоживание руд при добыче обоснованы показателями разработки месторождений – аналогов; запасы по степени достоверности соответствуют категории А<sub>2</sub>;

10) расчетные технико-экономические показатели промышленного освоения месторождения позволяют определить его перспективность и целесообразность вовлечения в разведку.

64. К разведанным относятся месторождения (и их участки), запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены с полнотой достаточной для технико-экономического обоснования их вовлечения в промышленное освоение, а также проектирование строительства или реконструкций на их базе горнодобычного предприятия.

Разведанные месторождения (участки) по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

1) детальность изученности геологического строения месторождения обеспечивает возможность квалификации геологических запасов, в зависимости от группы его сложности, в количестве от общих разведанных запасов:

месторождения 2-й группы сложности – запасы категорий  $C_1+B$  не менее 80% от общих запасов, включая запасы категории  $C_2$ , в том числе запасы категории  $B$  до 15-20 %;

месторождения 3-й группы сложности – запасы категорий  $C_1$  не менее 70% от запасов  $C_1+C_2$ ;

При меньшем соотношении запасов категории  $B+C_1$ ,  $C_1$  и  $C_2$  подготовленность месторождения для промышленного освоения определяется на основании заключения экспертизы\*.

2) вещественный состав и технологические свойства полезного ископаемого изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы его переработки с комплексным извлечением содержащихся в нем компонентов, имеющих промышленное значение;

3) запасы других совместно залегающих полезных ископаемых, включая породы вскрыши, изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможного направления использования с учетом требований природоохранительного законодательства и безопасности горных работ.

При наличии потребителя эти запасы должны быть разведаны и подсчитаны в соответствии с требованиями, предусмотренными для соответствующих видов полезных ископаемых. Должна быть также изучена возможность промышленного использования отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме переработки минерального сырья;

4) гидрогеологические, инженерно-геологические, горно-геологические и другие условия изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для проектирования разработки месторождения (участка) с учетом требований природоохранного законодательства и безопасности горных работ;

---

\* По очень крупным и уникальным по запасам месторождениям требуемое соотношение запасов категорий  $B+C_1$  и  $C_2$  определяется для участков первоочередной разработки.

5) достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии тел полезного ископаемого, качество и количество запасов подтверждено на представительных участках всего месторождения, положение и размер которых определяется в каждом конкретном случае в зависимости от геологических особенностей полезного ископаемого;

6) решены вопросы источников энергоснабжения, хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающих потребность будущего предприятия по добыче и переработке минерального сырья; размещения отходов основного производства;

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

8) подсчетные параметры разведочных кондиций установлены на основании детальных технико-экономических расчетов, позволяющих достоверно определить масштабы и экономическую рентабельность освоения месторождения;

9) принятые для подсчета эксплуатационных запасов потери и разубоживание руд при добыче, а также другие модифицирующие факторы обоснованы расчетами; запасы по степени достоверности квалифицируются по категориям А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub>.

10) разведанные месторождения относятся к подготовленным для промышленного освоения после утверждения запасов Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых.

## **VI. ПЕРЕСЧЕТ И ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЕ ЗАПАСОВ**

65. Пересчет и переутверждение геологических и эксплуатационных запасов месторождения производится в установленном порядке в случаях существенных изменений представлений о количестве и качестве запасов месторождения и его геолого-экономической оценке в результате дополнительных геологоразведочных и добычных работ, изменений цены выпускаемой продукции и других причин.

На разведанных неосвоенных месторождениях пересчет и переутверждение запасов производится в случае при проведении их доразведки увеличения запасов, установления новых разведочных кондиций.

На разрабатываемых месторождениях пересчет и переутверждение запасов производится при наступлении случаев, существенно ухудшающих экономику предприятия:

неподтверждения или утраты в процессе промышленной разработки ценности балансовых запасов более чем на 20%;

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

В случае неподтверждения ранее разведенных и утвержденных геологических запасов необходимо провести детальное сопоставление данных

разведки и разработки месторождения (участка) и произвести пересчет оставшихся запасов с учетом выявленных неподтвержденных без изменения принятых для подсчета запасов разведочных кондиций.

В целях улучшения экономики предприятия при падении цены выпускаемой продукции запасы месторождения (участка) пересчитываются с применением новых технико-экономических обоснованных разведочных кондиций.

66. Пересчет и переутверждение запасов месторождения производится также в случаях:

увеличения балансовых запасов, по сравнению с ранее утвержденными, по крупным (уникальным) месторождениям более 20%, по средним и мелким – более 50%;

существенном и стабильном увеличении мировых цен на продукцию предприятия (более 20%) от заложенных в обоснованиях кондиций;

разработке и внедрении новых технологий, существенно улучшающих экономику предприятия;

в случаях выявления в рудах или вмещающих породах ценных компонентов, не учтенных при геолого-экономической оценке месторождения и проектировании предприятия.

При существенном увеличении мировой цены на продукцию, разработку и внедрения более эффективной технологии переработки руд запасы пересчитываются на основе новых технико-экономически обоснованных кондициях, обеспечивающих более полное извлечение полезных компонентов из недр без ухудшения экономики предприятия.

67. Экономические проблемы предприятия, вызванные временными причинами (геологические, горнотехнические осложнения, временное падение цен на продукцию), решаются с помощью механизма эксплуатационных кондиций в соответствии с «Положением о порядке применения эксплуатационных кондиций для пересчета запасов полезных ископаемых», утвержденных Кабинетом Министров Республики Узбекистан 13 августа 2014 г. №228.

Запасы пересчитываются и утверждаются по отдельным блокам, горизонтам месторождения без пересчета и переутверждения запасов месторождения в целом.

## **VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

68. С введением в действие настоящей Инструкции утрачивает силу «Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям молибденовых руд», утвержденная приказом № 108 Государственным комитетом Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам 28 июля 2007 г.

### **Характеристические показатели сложности геологического строения месторождений твердых полезных ископаемых**

Система разведки и плотности разведочной сети месторождений твердых полезных ископаемых зависят в основном от нескольких природных факторов: структурно-геологических особенностей рудных тел (выдержанности и морфологии), а также распределения полезного компонента (степени изменчивости качества полезного ископаемого в пределах рудных тел).

В качестве основных количественных показателей сложности строения рудных тел используются следующие величины: коэффициент рудоносности ( $K_p$ ), показатель сложность границ объектов ( $q$ ), коэффициент вариации мощности ( $V_m$ ) и содержания полезного компонента ( $V_c$ ) в рудных пересечениях.

Коэффициент рудоносности обычно выражается как отношение линейных величин – длины рудных интервалов по скважинам или горным выработкам ( $l_p$ ) к общей длине пересечений в пределах продуктивной зоны (в границах промышленного оруденения  $l_o$ ):

$$K_p = \frac{l_p}{l_o}$$

Показатель сложности границ объекта рассчитывается по отношению числа рудных пересечений ( $N_p$ ) к сумме всех разведочных пересечений (рудных, безрудных внутренконтурных  $N_b$  и законтурных  $N_z$ , обрисовывающих общую границу сложного объекта):

$$q = \frac{N_p}{N_p + N_b + N_z}$$

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

$$V_m = \frac{S_m}{m_{cp}} * 100;$$

$$V_c = \frac{S_c}{C_{cp}} * 100,$$

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

Коэффициенты вариации мощностей рудных пересечений и содержания полезного компонента могут определяться с помощью компьютерных программных комплексов (Micromine и др.) путем построения

соответствующих гистограмм их распределения по рудным телам и месторождению (участку) в целом.

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

Таблица 1

**Количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения**

| Группа сложности месторождений по геологическому строению | Показатели изменчивости |         |           |           |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------|---------|-----------|-----------|
|                                                           | $K_p$                   | $q$     | $V_m, \%$ | $V_c, \%$ |
| 1-я                                                       | 0,9-1,0                 | 0,8-0,9 | <40       | <40       |
| 2-я                                                       | 0,7-0,9                 | 0,6-0,8 | 40-100    | 40-100    |
| 3-я                                                       | 0,4-0,7                 | 0,4-0,6 | 100-150   | 100-150   |
| 4-я                                                       | <0,4                    | <0,4    | >150      | >150      |

Решение по отнесению месторождения к конкретной группе геологической сложности принимается по совокупности всей геологической информации с учетом показателя, характеризующего наивысшую изменчивость.