

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

**Золото рудное**

**Москва, 2007**

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

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

**Методические рекомендации** по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное.

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

## I. Общие сведения

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

2. Методические рекомендации направлены на оказание практической помощи недропользователям и организациям, осуществляющим подготовку материалов по подсчету запасов полезных ископаемых и представляющих их на государственную экспертизу.

3. **З о л о т о** – металл из группы благородных, его плотность 15,6–18,3 г/см<sup>3</sup>, твердость по Бриннелю 200–500 МПа, температура плавления 1082 °С. Золото не соединяется с кислородом, водородом, азотом, углеродом даже при высоких температурах, не растворяется в щелочах и кислотах (за исключением царской водки, селеновой кислоты и щелочных цианидов); растворителями золота могут являться некоторые органические вещества.

Золото обладает высокой теплопроводностью и электропроводностью, мягкостью, вязкостью, уникальной ковкостью и тягучестью. Оно образует сплавы со многими металлами: платиной, палладием, серебром, медью, висмутом, хромом, кобальтом, индием, оловом, алюминием, цинком, кадмием, цирконием и др.; с ртутью золото образует амальгаму.

Золото является главным образом валютным металлом; большая его часть сохраняется в виде так называемого золотого запаса, используемого при международных расчетах.

На уникальных физико-химических свойствах золота основывается все возрастающее применение его в промышленности. Золото и его сплавы используются в качестве сварочных материалов в деталях реактивных двигателей, ракет, ядерных реакторов, сверхзвуковых самолетов, разнообразного промышленного оборудования, а также для изготовления термопар, плавких и электрических контактов в электропечах и различных приборах, волосков хронометров и гальванометров, сопротивлений в потенциометрах и т. д. Золото является весьма эффективным тепло- и светоотражателем и используется в качестве покрытия поверхности ракет и других аппаратов, предназначенных для запуска в космическое пространство. В электронной технике из золота высокой чистоты изготавливают тончайшие электроды для полупроводников. Золото, легированное германием,

индием, галлием, кремнием, оловом и селеном, идет на изготовление контактов, диодов, транзисторов, выпрямителей. Золото находит широкое применение в ювелирной промышленности и в медицине.

4. Золото относится к числу наиболее редких элементов земной коры, его кларк составляет  $(4-5) \cdot 10^{-7} \%$  (по А.П. Виноградову).

Формы нахождения золота разнообразны: самородное, теллуриды золота, ферриформы, сульфиды, металлоорганические, сорбированные, воднорастворимые.

В рудах золото присутствует главным образом в самородном виде. Оно обычно содержится в кварце и сульфидах (арсенопирите, пирите, халькопирите, блеклых рудах, галените и других минералах), часто в рассеянном тонкодисперсном состоянии. Самородное золото не бывает химически чистым и представляет собой твердый расплав преимущественно с серебром, реже с медью, палладием, висмутом и др., в связи с чем применяется понятие «проба золота», т.е. число массовых частей химически чистого золота в 1000 частях самородного золота или сплава.

Выделяют следующие разновидности самородного золота: медистое золото (купуроаурит), в котором содержание меди доходит до 20 %; палладистое золото (порпецит) с содержанием палладия от 5 до 11 % и серебра до 4 %; висмутистое золото (бисмутаурит) с содержанием висмута до 4 %; электрум с содержанием серебра выше 25 %; встречается также кюстелит, содержащий от 10 до 25 % золота и 90–75 % серебра.

Для самородного золота в рудах характерно многообразие форм выделений: крючковатые, проволочные, прожилковые, губчатые, дендритовые. К числу редких находок относятся кристаллы золота, имеющие форму куба, октаэдра или пентагондодекаэдра. Величина отдельных частиц золота колеблется от пылевидных до крупных самородков. Наиболее обычные их размеры от микрометров до первых миллиметров.

5. По условиям образования месторождения золота разделяются на эндогенные, экзогенные, метаморфизованные и техногенные.

Эндогенные месторождения широко распространены и являются основным источником добычи золота (табл. 1).

По минеральному составу руд эндогенные месторождения золота объединяются в следующие основные формации.

Золото-кварцевая и золото-кварц-сульфидная. Золото в рудах в основном свободное в кварце, частично – в сульфидах и характеризуется неравномерным распределением. В зависимости от состава сульфидов в этих формациях выделяются различные минеральные типы. Месторождения представлены жилами, жильными зонами и штокверками, формировавшимися в условиях средних глубин в осадочных, вулканических, интрузивных и реже метаморфических породах.

Таблица 1

### Характеристика основных морфологических классов золоторудных месторождений России

Генетическая группа	Рудная формация	Главные и второстепенные компоненты	Содержание главных рудных компонентов	Морфология и параметры рудных тел	Способ отработки, производительность	Технологический тип руды	Масштаб по запасам главных рудных компонентов
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Промышленные типы</b>							
<b>I. Жильный</b>							
Плутоногенные, вулканоногенные	Золото-кварцевая, золото-кварц-сульфидная, золото-серебряная (золото-адуляр-кварцевая)	Золото, серебро, свинец, цинк, теллур, сурьма, висмут и др.	Золото от 10 до 30–40 г/т, серебро от 20 до 100 г/т, золото:серебро = 10:1–1:20	Секущие, субогласные, трубо- и столбообразные, небольшой мощности – в среднем 1 (0,5–5,0) м, реже мощностью до 10–15 м	В основном подземный, производительность 50–600 тыс. т руды, 0,5–3,0 т золота	Легкообогащаемый и промежуточный	Небольшие, мелкие, средние, крупные, от 5 до 100 т (редко более), золото, серебро попутное
<b>II. Минерализованных (жильных, прожилковых) зон</b>							

1	2	3	4	5	6	7	8
Плутоногенные, вулканоогенные	Золото-сульфидная, золото-серебряная (золото-адуляр-кварцевая)	Золото, серебро, свинец, цинк, медь, сурьма и др.	Золото от 3 до 10 г/т, серебро от 20 до 400 г/т, золото: серебро=5:1–1:20	Протяженные, линейные круто- и пологозалегающие, значительной мощности, в среднем 10–30 м, выдержаны на глубину	Открытый, подземный, комбинированный с подземным (по более жестким условиям), производительность 600–3000 тыс. т руды, 5–6 т золота	Промежуточный и упорный	Средние и крупные, от 100 до 1000 т золота и 40–50 тыс. т серебра
<b>III. Штокверковый (мегаштокверковый)</b>							
Плутоногенные, метаморфогенно-плутоногенные	Золото-кварцевая, золото-кварц-сульфидная	Золото, серебро, свинец, цинк, висмут и др.	Золото от 2–3 до 5 г/т	Штокверки разных размеров, мощностью до 100 м и более, значительной площади, изометричной формы, параметры устойчивые	В основном открытый до глубины 500–600 м, ниже возможен подземный (по более жестким условиям), комбинированный, производительность 1–20 млн. т руды, 5–30 т золота	Легкообогатимый и промежуточный	Средние, крупные и очень крупные, от 50–100 до 1000–1500 т и более

Золото-сульфидная формация. В составе руд главную роль играют пирит, халькопирит, арсенопирит, пирротин, сфалерит и галенит в переменных количествах. Золото тесно связано с сульфидами. Месторождения этой формации представлены зонами вкрапленности золотоносных сульфидов в осадочных и эффузивно-осадочных толщах. Нередко они тяготеют к существенно углистым или графитистым сланцам.

Золото-карбонат-сульфидная формация объединяет месторождения типа залежей, жил, гнездового или вкрапленного оруденения в карбонатных толщах и образующихся по ним метасоматитах.

Золото-силикатная (скарновая) формация. Месторождения представлены скарновыми залежами с наложенной сульфидной и золотой минерализацией и связаны с контактовыми ореолами палеозойских, реже мезозойских гранитоидных массивов.

Золото-серебряная (золото-адуляр-кварцевая) формация характеризуется высокой серебристостью золота и обилием собственно серебряных минералов (сульфидов, сульфосолей); для некоторых из них характерны теллуриды. Золото-серебряные месторождения – жилы, минерализованные и жильные зоны, штокверки – формируются, как правило, в близповерхностных условиях в связи с наземным вулканизмом.

В соответствии с количеством сульфидов, присутствующих в рудах, эндогенные месторождения разделяют на убогосульфидные (до 2 %), малосульфидные (до 5 %), умеренно-сульфидные (5–20 %) и существенно сульфидные (более 20 %).

Помимо перечисленных рудных формаций, представляющих собственно золоторудные месторождения, золото является важным полезным компонентом многих эндогенных комплексных месторождений – главным образом меднопорфировых, медноколчеданных, колчеданно-полиметаллических, медно-никелевых и др.

По морфологическим особенностям, условиям залегания и внутреннему строению рудных тел, а также характеру распределения золота эндогенные золоторудные месторождения подразделяются на следующие основные промышленные типы: штокверки, минерализованные и жильные зоны, жилы, залежи сплошных и вкрапленных руд, трубообразные и неправильной формы залежи и гнезда.

Штокверки, образованные большим количеством различно ориентированных, невыдержанных по форме и неравномерно распределенных маломощных кварцевых жил и тонких прожилков, а также вкрапленной сульфидной минерализацией, как правило, имеют весьма значительные размеры по площади и на глубину. Эти месторождения локализуются в метаморфизованных песчано-сланцевых (углистых) толщах, реже в изверженных породах среднего состава и гранитоидах или субвулканических породах кислого ряда. К зонам разломов в пределах штокверков часто приурочены крупные, но весьма невыдержанные по мощности жилы сложной формы. Участки с промышленными рудами в штокверковых месторождениях не имеют четких геологических границ и выявляются по данным опробования.

Минерализованные и жильные зоны представляют собой участки тектонически нарушенных и гидротермально-измененных терригенно-осадочных и вулканогенно-осадочных пород или совокупность сближенных субпараллельных кварцевых жил, прожилков уплощенных линз, локализующихся в кристаллических породах, эффузивных и субвулканических образованиях умеренно-кислого состава, а также в терригенно-осадочных толщах. Для них характерны линейно-вытянутые формы, значительные мощности (от 5–10 до 50 м и более) и отсутствие четких геологических границ рудных тел; их контуры, как правило, определяются по данным опробования. Руды прожилково-вкрапленные, относятся к золото-серебряной, золото-кварц-сульфидной и золото-кварцевой формациям.

Жильные месторождения могут быть представлены одной жилой большой протяженности, или несколькими разобщенными между собой жилами, или системой относительно коротких жил. Во всех случаях каждая жила является самостоятельным рудным телом. Наиболее многочисленны жильные месторождения золото-кварцевой формации, залегающие среди песчаниково-сланцевых флишеидных толщ; длина рудных тел в них от десятков до первых сотен метров – нескольких километров.

Месторождения жильного типа, приуроченные к интрузивным массивам, обычно представлены жилами значительной протяженности как по простиранию (до 1 км и более), так и по падению. Рудные тела имеют золото-кварцевый или золото-кварц-сульфидный состав.

Жильные месторождения, развитые среди молодых эффузивов и субвулканических образований в основном кислого и среднего состава, принадлежат к золото-серебряной формации и относятся к близповерхностному типу. Протяженность рудных тел достигает сотен метров.

По составу руд жильные месторождения часто бывают комплексными: золото-медными, золото-сурьмяными, золото-полиметаллическими.

Залежи (линзовидные, жилообразные, пластообразные и сложной формы) могут быть образованы золотосодержащими пирит-халькопиритовыми, пирит-пирротиновыми, полиметаллическими, баритовыми, магнетитовыми сплошными и вкрапленными рудами; кроме того, залежи могут быть представлены вторичными кварцитами, кварц-слюдистыми, кварц-марганцовистыми и другими породами с вкрапленным или прожилково-вкрапленным оруденением. Эти руды являются комплексными.

Трубообразные и неправильной формы залежи и гнезда скарновых месторождений имеют ограниченное распространение.

Самостоятельным морфологическим типом золоторудных месторождений являются оруденелые дайки. Оруденение в них приурочено либо к системе кварцевых или кварц-сульфидных прожилков, выполняющих поперечные трещины, либо к тонким кварцевым жилам и прожилкам, совпадающим с продольной трещиноватостью даек. Золото концентрируется в основном непосредственно в кварцевых жилах и прожилках при низком содержании его в породах самих даек.

К экзогенным месторождениям относятся обогащенные золотом «железные шляпы» сульфидных месторождений и коры выветривания минерализованных зон, а также золотоносные россыпи\*.

«Железные шляпы» представляют собой верхнюю окисленную часть сульфидных залежей (серноколчеданных, медноколчеданных и полиметаллических), где золото, как химически устойчивый минерал, накапливается вместе с гидроксидами железа, карбонатами свинца, вторичными серебряными минералами. Наиболее высокие содержания золота приурочены к нижним горизонтам «железных шляп», сложенным баритовыми, кварцевыми и пиритовыми сыпучками.

Коры выветривания имеют значительные размеры. Развиваются на площадях выхода на поверхность золотоносных минерализованных зон, первичные руды которых бедны золотом. Они имеют значительные размеры рудных тел по площади и распространяются до глубин в 300–400 м. Месторождения локализуются в терригенных или вулканогенно-осадочных толщах. В корах выветривания руды полностью дезинтегрированы, золото

---

\* Изучение золотоносных россыпей регламентируется «Методическими рекомендациями по применению Классификации запасов твердых полезных ископаемых к россыпным месторождениям».



находится преимущественно в свободном виде. Содержание его может быть в 1,5–2 раза выше, чем в первичных рудах.

По природным условиям формирования коры выветривания разделяются на остаточные и переотложенные. Остаточные коры формируются в алюмосиликатных породах. Месторождения в этом типе кор характеризуются сохранением морфологии и золотоносности первичных руд в зоне гипергенеза. Переотложенные коры формируются в карбонатных породах или на контакте карбонатных и алюмосиликатных пород. Морфология и золотоносность первичных руд в переотложенных корах претерпевают существенные изменения. Характеристика месторождений золота в корах выветривания приведена в табл. 2.

К метаморфизованным месторождениям в настоящее время относят золотоносные конгломераты и песчаники Витватерсранда в ЮАР, являющегося крупнейшим месторождением золота в мире.

К техногенным месторождениям относятся спецотвалы забалансовых руд, добытых в результате разработки золоторудных месторождений, золотосодержащие отходы (хвосты, шламы), образовавшиеся в процессе обогащения руд или переработки золотосодержащих концентратов (огарки, кеки, золы) комплексных месторождений черных, цветных, благородных и других металлов. Особенности строения этих месторождений и состава золотосодержащего материала, сформировавшегося под влиянием техногенного и последующего гипергенного воздействия, требуют специфических подходов к их изучению и оценке, особенности которых изложены в соответствующих методических документах и в настоящих Методических рекомендациях не рассматриваются.

Таблица 2

## Характеристика основных типов золоторудных месторождений России в корах выветривания

Параметры месторождений								
Способ отработки	Условия формирования кор	Форма, условия залегания и геологическая позиция рудных тел		Размеры рудных тел, м	Масштаб по запасам и среднее содержание золота	Распределение золота	Примеры месторождений	
1	2	3		4	5	6	7	
Открытая добыча с переработкой руд кучным выщелачиванием, реже на ЗИФ по флотационной или цианистой схеме с гравитационным	Остаточные	Морфология первичных руд в зоне гипергенеза сохраняется	Стратифицированные изометричные в объеме залежи седловидной формы крутого падения		400–650* 270–350 300–400	Крупные, 9–10 г/т	Изотропное, столбовое	Олимпиадинское
			Стратифицированные линзо-, пластообразные залежи и штокверки от субгоризонтального до относительно крутого залегания большой мощности	Вытянутые в плане	250–750 30–360 2–40	Мелкие и средние, 3–25 г/т	Анизотропное, гнездовое	Воронцовское, Кировское, Самсоновское, Каменское, Самолазовское и др.
				Изометричные в плане	450–600 300–360 30–100	Средние, 3–4 г/т	Изотропное, столбовое	Светлинское
			Жило-, плитообразные крутопадающие маломощные зоны		250–800 100–350 1–30	Мелкие и средние, 4–10 г/т	То же	Покровское, Березняковское, Тамбовское
			Жило-, плитообразные крутопадающие маломощные зоны		200–600 2–30 70	Средние, 9–10 г/т	То же	Суздальское (Казахстан)
	Переотложенные	Морфоло-	Узкие лентообразные залежи, облегающие подстилающие закарстованные породы		130–1900 до 115 2–16	Крупные, 2–3 г/т	«	Куранахская группа

1	2	3		4	5	6	7
обогащением или без такового		Мелкие гнездо-линзо-столбообразные залежи в изолированных карстовых депрессиях		80–200 3–60 2–60	Мелкие, 2–3 г/т	Анизотропное, гнездовое	То же
		Плащеобразные залежи, облегчающие подстиляющие закарстованные породы	Вытянутые в плане	1000 150–450 1–67	Средние, 4–5 г/т	Изотропное, гнездовое	Воронцовское
			Изометричные в плане	600 200–400 30–200	Средние, 3–4 г/т	Анизотропное, столбовое	Светлинское
Подземное выщелачивание	Остаточные	Субгоризонтальные пластообразные залежи с геологическими границами, в водоносных горизонтах на водоупорных скальных породах		200–500 25–100 20–40	Мелкие, 0,6–1,2 г/т	То же	Гагарское, Маминское
* Первое значение – длина залежи в плане, второе – ширина в плане, третье – размер по вертикали							

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

б. По размерам и форме рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и особенностям распределения золота золоторудные месторождения соответствуют 2-, 3- и 4-й группам «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

Ко 2-й группе относятся месторождения (участки) сложного геологического строения, представленные:

крупными минерализованными и жильными зонами протяженностью более 1 км, мощностью 5–10 м и более (Сухой Лог, Нежданинское, сульфидные руды Восточного участка Олимпиадинского месторождения в России, Хаканджинское, Бакырчик в Казахстане);

штокверками площадью около 1 км<sup>2</sup> (Мурунтау в Узбекистане, центральная часть месторождения Кумтор в Киргизии, Джилау в Таджикистане);

протяженными залежами размером 1–3 км по простиранию, первые сотни метров по падению, с устойчивыми мощностями от первых метров и более (крупные залежи Кокпатасского месторождения в Узбекистане);

протяженными (более 1 км) жилами с выдержанными мощностями более 1 м (Акбакайское в Казахстане);

остатчными корами выветривания с изометричными в объеме залежами длиной 400–650 м, шириной 270–350 м и вертикальным размахом до 400 м (окисленные руды Восточного участка Олимпиадинского месторождения).

Рудная минерализация распределена неравномерно.

К 3-й группе относятся месторождения (участки) очень сложного геологического строения, представленные:

жилами изменчивой мощности сложного строения. Распределение оруденения весьма неравномерное, нередко прерывистое. К ним относятся:

средними (протяженностью от сотен до тысячи метров) и крупными минерализованными зонами с рудными телами мощностью 3–5 м и более (Майское и Зун-Холбинское в России, Кызилалма в Узбекистане, Кизилбулагское в Азербайджане, Чоре в Таджикистане, Личквас-Тейское в Армении, Макмал в Киргизии);

жильными зонами с рудными телами мощностью до 1–2 м и более (Кубакинское, Покровское (сульфидные руды), Эльдорадо, Советское, Многовершинное в России);

залежами (первые сотни метров по простиранию и падению) с рудными телами мощностью 1–2 м и более (сульфидные руды Воронцовского и Светлинского месторождений, Лебединое в России, Даугызтау в Узбекистане);

протяженными (до 1 км и более) жилами мощностью первые десятки сантиметров (Дарасунское), а также короткими жилами (до первых сотен метров) с изменчивой мощностью от нескольких сантиметров до 2–3 м (Агинское, Карамкенское, Каральвеемское, Шаумянское в Армении);

рудными столбами (Джеруй в Киргизии) и оруденелыми дайками (Березовское в России);

остаточными и переотложенными корами выветривания (окисленные руды Воронцовского, Гагарского, Светлинского и Покровского месторождений, Куранахское месторождение в России).

К 4-й группе относятся месторождения весьма сложного геологического строения: мелкие по размерам (протяженностью первые десятки метров) единичные или сближенные очень маломощные (до 0,3–0,4 м) жилы, линзы; небольшие (протяженностью до 100 м) жилы, линзы, минерализованные зоны, залежи с резко изменчивой мощностью или интенсивно нарушенным залеганием и тела с чрезвычайно сложным прерывистым, гнездообразным распределением рудных скоплений (месторождение Коммунарское, участок Токберды месторождения Кочбулак в Узбекистане); отдельные мелкие гнездо-, линзо-, столбообразные залежи окисленных руд в изолированных карманообразных и линейно-вытянутых карстовых депрессиях (Куранахская группа месторождений).

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

8. При отнесении месторождения к той или иной группе могут использоваться количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения (приложение 1).

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

9. По разведанному месторождению необходимо иметь топографическую основу, масштаб которой соответствовал бы его размерам, особенностям геологического строения и рельефу местности. Топографические карты и планы на золоторудных месторождениях обычно составляются в масштабах 1:1000–1:5000. Все разведочные и эксплуатационные выработки (канавы, шурфы, штольни, шахты, скважины), профили детальных геофизических наблюдений, а также естественные обнажения рудных тел и минерализованных зон должны быть инструментально привязаны. Подземные горные выработки и скважины наносятся на планы по данным маркшейдерской съемки. Маркшейдерские планы горизонтов горных работ обычно составляются в масштабе 1:200, сводные планы в масштабе не мельче 1:1000. Для скважин следует вычислить координаты точек пересечения ими кровли и подошвы рудного тела и построить проложения их стволов на плоскостях планов и разрезов.

10. Геологическое строение месторождения должно быть детально изучено и отображено на геологической карте масштаба 1:1000–1:5000 (в зависимости от размеров и сложности месторождения), геологических разрезах, планах, проекциях, а в необходимых случаях – на блок-диаграммах и моделях. Геологические и геофизические материалы по месторождению должны давать представление о размерах и форме рудных тел или минерализованных зон, условиях их залегания, внутреннем строении и сплошности (степени рудонасыщенности минерализованных зон), характере выклинивания рудных тел, распределении золота 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 запасов. Следует также обосновать геологические границы месторождения и поисковые критерии, определяющие местоположение перспективных участков, в пределах которых оценены прогнозные ресурсы категории  $P_1^*$ .

---

\* По району месторождения и рудному полю представляются геологическая карты и карта полезных ископаемых в масштабе 1:25 000–1:50 000 с соответствующими разрезами. Указанные материалы должны отражать размещение рудоконтролирующих структур и рудовмещающих комплексов пород, месторождений золота и рудо-

11. Выходы на поверхность и приповерхностные части золоторудных тел и минерализованных зон должны быть изучены канавами, шурфами, шурфами с рассечками, траншеями (расчистками), пройденными по простиранию рудных тел, и неглубокими скважинами с применением геофизических и геохимических методов и опробованы с детальностью, позволяющей установить морфологию и условия залегания рудных тел, глубину развития и строение зоны окисления, зоны вторичного сульфидного обогащения и степень ее обогащения золотом, особенности изменения вещественного состава, технологических свойств и провести подсчет запасов первичных, смешанных и окисленных руд отдельно по промышленным (технологическим) типам.

12. Разведка золоторудных месторождений на глубину проводится скважинами в сочетании с горными выработками (месторождений очень сложного строения – горными выработками) с использованием геофизических методов исследований: наземных, в скважинах и горных выработках.

Методика разведки – соотношение объемов горных работ и бурения, виды горных выработок и способы бурения, геометрия и плотность разведочной сети, методы и способы опробования – должна обеспечить возможность подсчета запасов на разведанном месторождении по категориям, соответствующим группе сложности 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 содержания золота и характер пространственного его распределения, текстурно-структурные особенности руд (главным образом наличие крупных выделений рудных минералов), а также возможное избирательное истирания зерна при бурении и выкрашивание золота или нерудных минералов при опробовании в горных выработках. Следует учитывать также сравнительные технико-экономические показатели и сроки выполнения работ по различным вариантам разведки.

Глубина разведки ограничивается горизонтами, экономически целесообразными для разработки с использованием современных технологий освоения месторождений.

13. По скважинам колонкового бурения должен быть получен максимальный выход зерна хорошей сохранности в объеме, позволяющем выяснить с необходимой полнотой особенности залегания рудных тел и вмещающих пород, их мощности, внутреннее строение рудных тел, характер околорудных изменений, распределение природных разновидностей руд, их текстуры и структуры и обеспечить представительность материала для опробования. Практикой геологоразведочных работ установлено, что выход зерна для этих целей должен быть не менее 80 % по каждому рейсу бурения. Достоверность определения линейного выхода зерна следует систематически контролировать весовым или объемным способом.

Величина представительного выхода зерна для определения содержания золота и мощностей рудных интервалов должна быть подтверждена исследованиями возможности его избирательного истирания. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования зерна и шлама (по интервалам с их различным выходом) с дан-

---

проявлений района, а также участков, на которых оценены прогнозные ресурсы и металлогенический потенциал золота.

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.

ными опробования контрольных горных выработок, скважин другого способа (ударного, пневмоударного и шарошечного) бурения, а также колонковых скважин, пробуренных с применением снарядов, повышающих выход и сохранность керна (съемных керноприемников и др.). При низком выходе керна или избирательном его истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки. При существенном искажении содержания золота в пробах необходимо обосновать величину поправочного коэффициента к результатам керового опробования на основе данных контрольных выработок.

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

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

Контрольные замеры глубины скважин проводятся не реже чем через 50 м проходки.

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

14. Горные выработки являются основным средством детального изучения условий залегания, морфологии, внутреннего строения рудных тел, их сплошности, вещественного состава руд, характера распределения основных компонентов, а также контроля данных бурения, геофизических исследований и отбора технологических проб. На месторождениях с прерывистым распределением оруденения определяется степень рудонасыщенности, ее изменчивость, типичные формы и характерные размеры участков кондиционных руд для оценки возможности их селективной выемки.

Сплошность рудных тел и характер изменчивости их мощностей и содержаний золота по простиранию и падению должны быть изучены в достаточном объеме на представительных участках: по маломощным рудным телам жильного типа – непрерывным прослеживанием штреками и восстающими, а по мощным рудным телам типа минерализованных зон и штокверков – сгущением сети ортов, квершлаггов, подземных горизонтальных скважин. Одно из важнейших назначений горных выработок – установление степени избирательного истирания керна при бурении скважин с целью выяснения возможности использования данных скважинного опробования и результатов геофизических исследований для оконтуривания рудных тел и подсчета запасов. Горные выработки следует проходить на участках детализации, а также на горизонтах месторождения, намеченных к первоочередной отработке.

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

Приведенные в табл. 3 и 4 обобщенные сведения о плотности сетей, применявшихся при разведке золоторудных месторождений в СНГ, могут учитываться при проектировании геологоразведочных работ, но их нельзя рассматривать как обязательные. Для каждого месторождения на основании изучения участков детализации и тщательного анализа всех имеющихся геологических, геофизических и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям обосновываются наиболее рациональные геометрия и плотность сети разведочных выработок.

16. Для подтверждения достоверности запасов отдельные участки месторождения должны быть разведаны более детально. Эти участки следует изучать и опробовать по более плотной разведочной сети по сравнению с принятой на остальной части месторождения. На разведанных месторождениях запасы на таких участках или горизонтах месторождений 2-й группы должны быть разведаны по категории В. На разведанных месторождениях 3-й группы сеть разведочных выработок на участках детализации целесообразно сгущать, как правило, не менее чем в 2 раза по сравнению с принятой для категории С<sub>1</sub>.

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

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

Для месторождений с прерывистым оруденением, оценка запасов которых производится без геометризации конкретных рудных тел, в обобщенном контуре, с использованием коэффициентов рудоносности, на основании определения пространственного положения, типичных форм и размеров участков балансовых руд, а также распределения запасов по мощности рудных интервалов должна быть оценена возможность их селективной выемки.

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

17. Все разведочные выработки и выходы рудных тел или зон на поверхность должны быть задокументированы по типовым формам в масштабе 1:50. 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 струк-



турных элементов, составления зарисовок и их описаний должны систематически контролироваться сличением с натурой компетентными комиссиями. Кроме того, необходимо контролировать соответствие сводных геологических материалов первичной документации. Следует также оценивать качество геологического и геофизического опробования (выдержанность сечения и массы проб, соответствие их положения особенностям геологического строения участка, полноту и непрерывность отбора проб, наличие и результаты контрольного опробования).

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

Таблица 3

**Сведения о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся в странах СНГ при разведке золоторудных месторождений**

Группа месторождений	Характеристика рудных тел	Форма рудных тел	Вид выработок	Расстояния между пересечениями рудных тел выработками (в м)			
				Для категорий запасов			
				B		C <sub>1</sub>	
		по простиранию	по падению	по простиранию	по падению		
1	2	3	4	5	6	7	8
2-я	Крупные минерализованные и жильные зоны, штокверки, значительные по размерам залежи, протяженные жилы	Жилы	Штреки	Непрерывное прослеживание	40–60	Непрерывное прослеживание	80–120*
			Восстающие	80–120	Непрерывное прослеживание	120	Непрерывное прослеживание
			Рассечки Скважины	10–20 10–20	– –	20–40 40–80	– 40–60
		Минерализованные и жильные зоны	Штреки	Непрерывное прослеживание	40–60	Непрерывное прослеживание	80–120* <sup>2</sup>
			Восстающие	80–120	Непрерывное прослеживание	120* <sup>2</sup>	Непрерывное прослеживание
			Рассечки, горизонтальные скважины	20–30	–	40–60	–
			Скважины	– 40–50* <sup>4</sup>	– 40–50* <sup>4</sup>	60–80 100* <sup>3</sup>	40–60 50* <sup>4</sup>
		Штокверки	Штреки	Непрерывное прослеживание	40–60	Непрерывное прослеживание	–

1	2	3	4	5	6	7	8
			Квершлагги, горизонталь- ные скважины	20–40	–	40–80	–
			Скважины	–	–	60–80	40–60
		Залежи	Штреки	Непрерывное прослеживание	40–60	Непрерывное прослеживание	–
			Восстающие	80–120	Непрерыв- ное просле- живание	120	Непрерывное прослежива- ние
			Орты, гори- зонтальные скважины	10–20	–	20–40	–
				Скважины	–	–	60–80
3-я	Средние и крупные сложно построенные ми- нерализованные и жиль- ные зоны, залежи, жилы сложного строения	Жилы	Штреки	–	–	Непрерывное прослеживание	40–60
			Восстающие	–	–	80–120	Непрерывное прослежива- ние
			Рассечки, го- ризонтальные скважины	–	–	10–20	–
			Скважины	–	–	40–60	40–60
		Минерали- зованные и	Штреки	–	–	Непрерывное прослеживание	40–60

1	2	3	4	5	6	7	8
		жилые зоны	Восстающие	–	–	80–120	Непрерывное прослежива- ние
			Рассечки, го- ризонтальные скважины	–	–	20–30	–
			Скважины	–	–	40–60	40–60
		Залежи	Штреки	–	–	Непрерывное прослеживание	40–60
			Восстающие	–	–	80–120	Непрерывное прослежива- ние
			Орты, гори- зонтальные скважины	–	–	10–20	–
			Скважины	–	–	40–60	40–60
		4-я* <sup>4</sup>	Небольшие и мелкие рудные тела с чрезвы- чайно сложным преры- вистым гнездообразным распределением оруде- нения	Штреки	–	–	Непрерывное прослеживание
Восстающие	–			–	Не менее одного пересечения по каждому телу		
Орты, гори- зонтальные скважины	–			–	10	–	

1	2	3	4	5	6	7	8
<p>* При разведке промежуточных горизонтов скважинами.</p> <p>*<sup>2</sup> Проходка восстающих может быть заменена бурением вееров скважин.</p> <p>*<sup>3</sup> Для месторождений типа крупных минерализованных зон.</p> <p>*<sup>4</sup> Для месторождений 4-й группы использованы данные о плотности разведочной сети для небольших рудных тел, характеризующихся исключительно сложным строением и прерывистым распределением полезного компонента.</p> <p>П р и м е ч а н и е. На <b>оцененных месторождениях</b> разведочная сеть для категории С<sub>2</sub> по сравнению с сетью для категории С<sub>1</sub> разрежается в 2–4 раза в зависимости от сложности геологического строения месторождения.</p>							

**Сведения о плотности сетей разведочных скважин, применявшихся в странах СНГ при разведке месторождений золота в корах выветривания**

Форма, условия залегания и геологическая позиция рудных тел		Примеры месторождений	Группа месторождений по строению	Категория запасов	Расстояния, м		
					по простиранию	по падению	
1		2	3	4	5	6	
Морфология и золотоносность первичных руд в зоне гипергенеза сохраняются	Стратифицированные изометричные в объеме залежи в остаточных корах		Олимпиадинское	2-я	В С <sub>1</sub>	50 100	50 100
	Стратифицированные линзо-, пластообразные залежи и штокверки от субгоризонтального до относительно крутого залегания большой мощности в остаточных корах	Вытянутые в плане	Воронцовское, Кировское и др.	3–4-я	С <sub>1</sub>	40	20
		Изометричные в плане	Светлинское	3-я	С <sub>1</sub>	75	75
	Покровское, Березняковское и др.		3-я	С <sub>1</sub>	40	40	
Жило-, плитообразные крутопадающие маломощные зоны в остаточных корах		Суздальское (Казахстан)	3-я	С <sub>1</sub>	25	5	
Морфология и золотоносность первичных руд в зоне гипергенеза меняются	Узкие лентообразные залежи в переотложенных корах, облегающие подстилающие закарстованные породы		Куранахская группа	3-я	С <sub>1</sub>	50–100	20
	Мелкие гнездо-, линзо-, столбообразные залежи в изолированных карстовых депрессиях		Куранахская группа	4-я	С <sub>1</sub>	25	10
	Плащеобразные залежи в переотложенных корах, облегающие подстилающие закарстованные породы	Вытянутые в плане	Воронцовское	3-я	С <sub>1</sub>	40	40
		Изометричные в плане	Светлинское	3-я	С <sub>1</sub>	75	50

1	2	3	4	5	6
Субгоризонтальные пластообразные залежи с геологическими границами, в водоносных горизонтах на водопорных скальных породах для подземного выщелачивания	Гагарское, Маминское	3-я	C <sub>1</sub>	30	10
Примечание: На <b>оцененных месторождениях</b> разведочная сеть для категории C <sub>2</sub> по сравнению с сетью для категории C <sub>1</sub> разрежается в 2–4 раза в зависимости от сложности геологического строения месторождения.					

19. Выбор методов (геологических, геофизических) и способов опробования производится на ранних стадиях оценочных и разведочных работ, исходя из конкретных геологических особенностей месторождения и физических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород. На золоторудных месторождениях целесообразно применение ядерно-геофизических методов для локализации рудных интервалов в разведочных выработках\* по попутным компонентам, для которых установлена корреляционная связь (пространственная или количественная) с золотом. Применение геофизических методов опробования и использование их результатов при подсчете запасов регламентируется соответствующими методическими документами.

Принятые метод и способ опробования должны обеспечивать наибольшую достоверность результатов при достаточной производительности и экономичности. В случае применения нескольких способов опробования они должны быть сопоставлены по точности результатов и достоверности. При выборе геологических способов опробования (керновый, бороздовый, задирковый и др.) определении качества отбора и обработки проб, оценке достоверности методов опробования следует руководствоваться соответствующими методическими документами.

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

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

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

опробование следует проводить непрерывно, на полную мощность рудного тела с выходом во вмещающие породы на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с условиями в промышлен-

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

ный 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;

природные разновидности руд и минерализованных пород в зальбандах рудных тел должны быть опробованы отдельно – секциями; длина каждой секции (рядовой пробы) определяется внутренним строением рудного тела, изменчивостью вещественного состава, текстурно-структурных особенностей, физико-механических и других свойств руд, а в скважинах – также длиной рейса. Она не должна превышать установленную кондициями минимальную мощность рудных тел, а также максимальную мощность внутренних пустых и некондиционных прослоев, включаемых в контур руд.

Способ отбора проб в буровых скважинах (керновый, шламовый) зависит от используемого вида и качества бурения. При этом интервалы с разным выходом керна (шлама) опробуются отдельно; при наличии избирательного истирания керна опробованию подвергается как керн, так и измельченные продукты бурения (шлам, пыль и др.); мелкие продукты отбираются в самостоятельную пробу с того же интервала, что и керновая проба, обрабатываются и анализируются отдельно. При диаметрах бурения 76 мм и более опробование возможно делением керна пополам вдоль его оси. При меньшем диаметре бурения и весьма неравномерном распределении золота деление керна на две половины при опробовании не производится.

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 опробуемыми забоями в прослеживающих выработках обычно не превышают 1–4 м (допустимость увеличения шага опробования должна быть подтверждена экспериментальными данными). В горизонтальных горных выработках при крутом залегании рудных тел все пробы размещаются на постоянной, заранее определенной высоте. Принятые параметры проб должны быть обоснованы экспериментальными работами. Должны быть проведены работы по изучению возможного выкрашивания рудных или породных минералов при принятом для горных выработок способе опробования.

Данные опробования штреков и восстающих, 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 обогащенных золотом участков (рудных столбов).

21. 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, надежность оконтуривания рудных тел по мощности, выдержанность принятых параметров рудных проб и соответствие фактической массы пробы расчетной, исходя из принятого сечения борозды или фактического диаметра и выхода керна (отклонения не должны превышать  $\pm(10-20)$  % 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 геофизическом опробовании в естественном залегании контролируются стабильность работы аппаратуры и воспроизводимость метода при одинаковых условиях рядовых и контрольных измерений. Достоверность геофизического опробования определяется сопоставлением данных геологического и геофизического опробования по опорным интер-



валам с высоким выходом керна, для которого доказано отсутствие его избирательного истирания. В случае выявления недостатков, влияющих на точность опробования, следует производить переопробование рудного интервала.

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

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

22. Обработка проб производится по схемам, разработанным для каждого месторождения с учетом характера распределения золота, крупности и формы его зерен. Основные и контрольные пробы обрабатываются по одной схеме. Качество обработки должно систематически контролироваться по всем операциям в части обоснованности коэффициента  $K$  и соблюдения схемы обработки. При обработке проб необходимо учитывать возможность гравитационного осаждения золота в истертом материале, а также его попадания в ловушки на необработанных поверхностях, поэтому необходимо регулярно контролировать чистоту истирающих поверхностей дробильного оборудования.

В тех случаях, когда в рудах золото крупностью  $+0,5$  мм составляет не менее 40 %, при обработке проб необходимо применять схему предварительного извлечения крупного металла.

Обработка проб из кор выветривания производится по обычной «рудной» схеме.

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

23. Химический состав руд должен изучаться с полнотой, обеспечивающей установление содержания золота и его пробы, наличия и промышленной значимости попутных полезных компонентов, а также выявление вредных примесей. Содержания их в руде определяются анализами проб химическими, пробирными, спектральными, физическими, геофизическими и другими методами, установленными государственными стандартами или утвержденными Научным советом по аналитическим методам (НСАМ) и Научным советом по методам минералогических исследований (НСОММИ).

В практике зарубежных золоторудных компаний для обоснования материалов подсчета запасов и при разработке инвестиционных программ («банковского» ТЭО) наиболее надежными и предпочтительными считаются результаты пробирного анализа.

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

Все рядовые пробы, как правило, анализируются на золото, серебро, а также и на компоненты (медь, цинк, свинец, сера, висмут и др.), содержание которых учитывается при оконтуривании рудных тел по мощности. Другие полезные компоненты (в том числе кремнезем – для кислых флюсов) и вредные примеси (мышьяк, углерод, глинозем, сурьма 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 простиранию и падению рудных тел.

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

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

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

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

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

26. Объем внутреннего и внешнего контроля должен обеспечить представительность выборки по каждому классу содержаний и периоду выполнения анализов (квартал, полугодие, год).

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

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

Относительная среднеквадратическая погрешность, определенная по результатам внутреннего контроля, не должна превышать значений, указанных в табл. 5. 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.

---

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

**Предельно допустимые относительные среднеквадратические погрешности анализов (%) по классам содержаний Au**

Класс содержаний*, г/т	Руды с золотом различной крупности		
	до 0,1 мм	до 0,6 мм	крупным, часто видимым
>128	4,0	7,5	10
64–128	4,5	8,5	12
16–64	10	13	18
4–16	18	25	25
1–4	25	30	30
<1	30	30	30

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

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

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

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

30. В практике некоторых зарубежных компаний, занимающихся разведкой и разработкой золоторудных месторождений, используется более простая, но достаточно эффективная процедура контроля за качеством отбора, подготовки и анализа проб, основанная на систематическом включении в каждую партию из 20 поступающих в лабораторию рядовых проб по одной пустой, дубликатной и эталонной пробе, формируемых в следующем порядке.

Пустые пробы отбираются из подготовленной в начальной стадии разведки месторождения гомогенизированной валовой пробы массой не менее 20 кг, близкой по составу к золотовмещающим породам месторождения. Материалом для валовой пробы служит безрудный керн или породы соответствующего обнажения. Отсутствие значимых количеств золота в валовой пробе подтверждается многочисленными анализами не менее чем в двух различных лабораториях. Пустая проба включается в начало потока подготовки проб и имеет номер, последовательный с номерами других проб.

Дубликатные пробы выбираются в полевых условиях произвольно. При опробовании бурового шлама они готовятся путем его деления. При опробовании керна деление производится после первичной стадии дробления.

Эталонные пробы, содержание золота в которых известно с приемлемым уровнем точности, должны быть, насколько это возможно, близки к литологическому и минеральному составу вмещающих пород и рудной минерализации месторождения. Концентрация золота в эталонных пробах должна соответствовать трем основным выделяемым на месторождении классам содержаний, близким к экономически обоснованным величинам содержаний – бортового, среднего и высокого. Эталонные пробы отбираются из заранее подготовленных валовых проб массой не менее 20 кг, составленных из крупнозернистого материала, остающегося от ранее проанализированных проб керна или бурового шлама. Истертый и гомогенизированный материал валовых проб должен быть проанализирован по меньшей мере в пяти независимых лабораториях. Эталонные пробы имеют номера, последовательные с номерами рядовых проб, и не должны быть известны лицам, проводящим анализы.

Использование пустых, дубликатных и эталонных проб обеспечивает регулярный и достаточно эффективный контроль за качеством подготовки рядовых проб (возможное заражение) и проведения анализов (выявление систематических и установление величины случайных погрешностей) в течение всего срока разведки в основном средствами собственной лаборатории.

31. Минеральный состав природных разновидностей и промышленных типов руд, их текстурно-структурные особенности и физические свойства должны быть изучены с применением минералого-петрографических, физических, химических и других видов анализов по методикам, утвержденным научными советами по минералогическим и аналитическим методам исследования (НСОММИ, НСАМ). При этом наряду с описанием отдельных минералов производится также количественная оценка их распространенности.

Особое внимание должно быть уделено изучению золота, золотосодержащих рудных и жильных минералов, взаимоотношений их между собой и с другими минералами. Подлежат определению формы нахождения золота, размеры выделений, распределение их по классам крупности, химический состав, проба, характер и состояние поверхности частиц золота, наличие сростков, их размеры и виды сростаний.

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

32. При определении объемной массы и влажности руд и внутрирудных некондиционных прослоев следует руководствоваться соответствующими методическими документами.

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 гамма-излучения при наличии необходимого объема заверочных работ. Одновременно с определением объемной массы на том же материале определяется влажность руд. Образцы и пробы для определения объемной массы и влажности должны быть охарактеризованы минералогически и проанализированы на основные компоненты.

33. В результате изучения химического и минерального состава, текстурно-структурных особенностей и физических свойств руд устанавливаются их природные раз-

новидности и предварительно намечаются промышленные (технологические) типы, требующие селективной добычи и отдельной переработки.

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

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

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

Отбор проб для технологических исследований на разных стадиях геологоразведочных работ следует выполнять в соответствии со стандартом Российского геологического общества – СТО РосГео 09-001–98 «Твердые полезные ископаемые и горные породы. Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ», утвержденным и введенным в действие Постановлением Президиума Исполнительного комитета Всероссийского геологического общества (от 28 декабря 1998 г. №17/6).

35. В процессе технологических исследований целесообразно изучить возможность предобогащения добытой руды или разделения ее на сорта на основе радиометрической (фотометрической, рентгенорадиометрической, нейтронно-активационной и др.) крупнопорционной сортировки горнорудной массы в транспортных емкостях, а для руд с высоким выходом кусковой фракции (–200+20 мм) – возможность их радиометрической сепарации.

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

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

Минералого-технологическими и малыми технологическими пробами, отобранными по определенной сети, должны быть охарактеризованы все природные разновидности руд, выявленные на месторождении. По результатам их испытаний проводится геолого-технологическая типизация руд месторождения с выделением промышленных (технологических) типов и сортов руд, изучается пространственная изменчивость вещественного со-

става, физико-механических и технологических свойств руд в пределах выделенных промышленных (технологических) типов и составляются геолого-технологические карты, планы и разрезы.

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

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

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

Укрупненно-лабораторные и полупромышленные 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.

37. При исследовании обогатимости золотосодержащих руд изучаются степень их окисленности, минеральный состав, структурные и текстурные особенности, а также физические и химические свойства минералов, устанавливается наличие попутных компонентов и вредных примесей с использованием приемов и методов технологической минералогии. Оценивается дробимость и измельчаемость руд и необходимая степень измельчения материала, проводится ситовый, дисперсионный и гравитационный анализы разных классов руды. Выбирается технологическая схема обогащения, устанавливается число стадий и стадийная крупность измельчения. Определяются способы обогащения и доводки концентратов и промпродуктов, содержащих попутные компоненты. Должен быть решен вопрос о целесообразности использования отдельных типов руд в качестве кислых флюсов в металлургическом производстве.

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

Должна быть изучена возможность использования оборотных вод и отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме переработки минерального сырья, даны рекомендации по очистке промстоков.

38. Технологические свойства руд месторождений золота отличаются большим разнообразием. Наибольшее значение имеют следующие признаки, определяющие технологию переработки золотосодержащего минерального сырья:

характеристика содержащегося в руде золота (крупность, форма нахождения, характер ассоциации с рудными и нерудными минералами, состояние поверхности частиц);

комплексность руд, т. е. содержание в руде наряду с золотом других полезных компонентов, имеющих промышленное значение;

степень окисленности руд, т.е. соотношение (в %) окисленных и сульфидных минералов;

наличие в руде компонентов, существенно осложняющих технологию переработки.

39. По крупности частиц золото классифицируется на крупное (более 0,07 мм), мелкое (от 0,001 до 0,07 мм) и тонкодисперсное (мельче 0,001 мм).

Крупное золото обычно легко высвобождается при измельчении и извлекается гравитационными методами, но плохо флотируется и медленно растворяется при цианировании. Мелкое золото (свободное и в сростках с сульфидами) хорошо флотируется, а также быстро растворяется при цианировании, но лишь частично извлекается гравитацией. Тонкодисперсное золото плохо вскрывается при измельчении руд и извлекается в гравитационные и флотационные концентраты совместно с минералами-носителями (сульфидами). Из сульфидов его извлекают пирометаллургией или цианированием после окислительного обжига. Если золото ассоциирует с гидроксидами железа и другими гипергенными минералами, оно может быть извлечено цианированием. Из кварца тонкодисперсное золото может извлекаться только при плавке.

40. Золотосодержащие руды в некоторых случаях кроме золота содержат другие полезные компоненты, которые могут представлять промышленный интерес. К таким компонентам относятся: серебро, медь, сурьма, свинец, цинк, вольфрам, уран, ртуть, висмут, таллий, селен, теллур, кремнезем, сера (в сульфидной форме), барит, флюорит и др. Соответственно выделяют золото-пиритные, золото-мышьяковые, золото-серебряные, золото-медные, золото-сурьмяные, золото-урановые, золото-баритовые, золото-полиметаллические и золото-кварцевые руды. Золото-кварцевые руды, содержащие больше 60 % кремнезема, меньше 13 % глинозема, 0,8 % мышьяка и 0,3 % сурьмы, могут использоваться в качестве флюса на металлургических заводах.

41. По степени окисления сульфидов руды подразделяют на первичные (сульфидные), частично окисленные (смешанные) и окисленные. К частично окисленным относятся руды, содержащие не более 30 % окисленных минералов, к окисленным – свыше 30 % окисленных минералов.

42. При оценке вредных примесей в рудах в первую очередь учитываются те из них, которые могут оказать отрицательное влияние на процесс цианирования – основной процесс извлечения золота. К вредным примесям относятся:

некоторые минералы меди (оксиды, карбонаты, вторичные сульфиды, сульфаты), сурьмы (антимонит), железа (пирротин), мышьяка (реальгар, аурипигмент), в присутствии которых резко снижается скорость растворения золота и увеличивается расход цианида;

отдельные разновидности углеродистого вещества, характеризующиеся повышенной сорбционной активностью;

шламообразующие минералы (слюдисто-глинистые), осложняющие процесс обезвоживания цианистой пульпы и отмывку растворенного золота. Наличие этих минералов вызывает значительные затруднения при транспортировке и бункеровании, а также при гравитационно-флотационном обогащении руд;

минералы мышьяка (арсенопирит, мышьяковые сульфосоли и др.), которые затрудняют пирометаллургическую переработку золотосодержащих концентратов и вызывают необходимость проведения специальных дорогостоящих мероприятий для охраны окружающей среды.

43. Основными технологическими схемами переработки минерального сырья золоторудных месторождений в большинстве случаев является комбинация процессов обогащения и пиро- и гидрометаллургии, включающих в себя рудосортировку, дробление, измельчение, обесшламливание, гравитационное и флотационное (коллективное или селективное)

обогащение, амальгамацию, цианирование (по фильтрационной или сорбционной технологии) или пирометаллургическую переработку (обжиг, плавку) руд и концентратов. Заключительным процессом является аффинаж золота.

Новыми технологическими процессами являются: радиометрическая сортировка, пенная сепарация, кучное выщелачивание, биовыщелачивание, хлоридовозгонка и др., а также геотехнологические способы добычи золота (шахтные и скважинные системы выщелачивания).

44. Наиболее широкое применение в практике золотодобывающих компаний получили процессы, основанные на цианидном выщелачивании золота. При этом, наряду с использованием традиционных методов цианидного выщелачивания руд с последующим осаждением золота из раствора на цинк, в конце 1970-х – начале 1980-х гг. большое распространение получили новые более экономичные технологии, основанные на использовании процессов кучного выщелачивания (КВ). Процесс дешев и гибок, будучи удобным как для малообъемных (до 200 т в день), так и крупнообъемных (50000 т в день) производств, и позволяет вовлекать в эксплуатацию руды с низким (до 0,5 г/т) содержанием золота.

В зависимости от проницаемости руды возможны варианты ее переработки как с дроблением, так и без дробления. Золото и серебро должны находиться в свободном состоянии. «Упорные» руды и руды, содержащие компоненты, интенсивно связывающие цианид (например, окисленные сульфиды Zn, Cu, Fe As, Sb, а также органическое вещество), для кучного выщелачивания непригодны из-за неуправляемости химических процессов внутри кучи и требуют предварительной обработки (выщелачивание под давлением, бактериальное выщелачивание и обжиг в кипящем слое).

Возможность применения той или иной схемы кучного выщелачивания для конкретных объектов должна определяться на основе технологических испытаний и технико-экономического сопоставления различных вариантов. Определяющими технико-экономическими показателями эффективности кучного выщелачивания являются: извлечение золота; расход и стоимость реагентов; интенсивность (продолжительность) процесса.

Основным реагентом, применяемым при кучном выщелачивании в промышленном масштабе, является цианид натрия. Заменителями цианида могут служить кислые растворы тиомочевины, тиосульфатные растворы, гуминовые кислоты с добавлением окислителей, композиции, составленные на основе сульфатно-хлоритовых растворов с добавками хлористого натрия и др.

Важной характеристикой руды при кучном выщелачивании является ее приемлемая проницаемость в штабеле. Присутствие в руде шлама крупностью –50 мкм приводит к уплотнению материала внутри штабеля, вызывает образование каналов, создающих неблагоприятные условия для циркуляции раствора. При этом увеличивается продолжительность цикла выщелачивания и снижается извлечение металла. В связи с этим при технологических исследованиях глинистых золотосодержащих руд и руд с высоким выходом шлама при их дроблении необходимо установить оптимальные условия окомкования для получения агрегатов, обладающих необходимой прочностью и пористостью.

Технологические исследования по кучному выщелачиванию рекомендуется завершать опытно-промышленными испытаниями в реальных условиях месторождения, так как в лабораторных условиях невозможно учесть все факторы, влияющие на эффективность данной технологии (температура окружающей среды, высота и порядок формирования штабеля и др.). При опытно-промышленной отработке оптимальных режимов и параметров всех операций технологической схемы особое внимание должно быть уделено вопросам экологии и практической оценке надежности комплекса гидротехнических сооружений в усло-



виях возможной фильтрации цианистых растворов при возникновении критических ситуаций.

В качестве примера в приложении 2 приведена обобщенная технологическая схема кучного выщелачивания, реализованная на ряде горнодобывающих предприятий США и апробируемая на опытно-промышленных площадках в России.

45. Более 70 % мирового производства золота в настоящее время осуществляется на основе технологических процессов с использованием угольной абсорбции (процесс СР – «уголь в пульпе» и его производные: СРL – «уголь в растворе»; СРС – «уголь в колоннах»). Методы СР и СРL используются для прямого извлечения золота из взвесей, содержащих 50–60 % твердых компонентов, в то время как процесс СРС – для извлечения золота из растворов (обычно при кучном выщелачивании). Процесс СР («уголь в пульпе»), как показывает практика, менее чувствителен, чем процессы использующие осаждение золота цинком, к загрязнениям раствора серой, сурьмой, мышьяком и более устойчив («всеяден») по отношению к характеру перерабатываемого сырья. Он повышает извлекаемость золота по сравнению с традиционными методами и экономически выгоднее их. В Северной Америке, Австралии, ЮАР действуют комбинаты, перерабатывающие на основе данной технологии различные виды сырья, начиная от низкокачественных руд до флотационных концентратов, флотационных хвостов и хвостов биологического окисления.

В странах СНГ при извлечении золота более широко и успешно практикуются ионообменные технологии (процессы «смола во взвеси» и «смола в выщелачивающем растворе»), основанные на использовании в сорбционном процессе специальных ионообменных смол, выпускаемых в виде твердых полиструованных шариков. Эти методы имеют ряд определенных преимуществ по отношению к методу СР, и предполагается, что ионообменные смолы в перспективе будут играть в добыче золота все более значительную роль.

46. Для установления возможности использования способа подземного выщелачивания (ПВ) на конкретном объекте необходимо провести комплекс лабораторных и натурных геотехнологических исследований. Решение о целесообразности проведения опытно-промышленного выщелачивания на рабочих ячейках, представительных по геотехнологическим свойствам отдельных типов руд, или по месторождению в целом принимается в зависимости от полноты и достоверности предшествующих исследований.

По результатам исследований необходимо установить:

форму нахождения золота и принципиальную возможность его перевода в растворенное состояние;

коэффициенты и скорости извлечения золота из недр, а при анизотропии отложений и возможности использования на них различных геотехнологических режимов – выделить технологические типы;

кинетику роста и последующего постепенного снижения содержания золота в продуктивном растворе, остаточные содержания и остаточные его запасы в недрах в контуре опытной отработки, заверенные данными контрольных скважин;

режим закачки выщелачивающих и откачки продуктивных растворов, показатели расхода реагентов в количественном и денежном выражении;

технологии и показатели извлечения золота из продуктивных растворов, переработки золотосодержащих концентратов;

возможность загрязнения территории по площади и на глубину (миграция вредных элементов в латеральном и вертикальном направлениях, утечка их из рабочей зоны с учетом фоновых значений) и технологию рекультивации геологической среды после завершения отработки.

47. Качество золотосодержащих концентратов в каждом конкретном случае регламентируется договором между поставщиком (рудником) и металлургическим предприятием или должно соответствовать существующим стандартам и техническим условиям (для сведения см. приложение 3).

В сложившейся отечественной практике принято считать, что:

концентрат гравитационный золотосодержащий по содержанию золота и примесей должен соответствовать нормам, указанным в табл. 6;

концентрат флотационный золотосодержащий по содержанию золота и примесей должен соответствовать нормам, указанным в табл. 7;

золотосодержащая кварцевая руда, применяемая в качестве флюса на медеплавильных заводах (табл. 8), должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 9.

Таблица 6

### Нормы содержаний золота и примесей в гравитационном концентрате

золота, не менее, г/т	Содержание			Влаж- ность, не бо- лее, %	Круп- ность, не более, мм
	примесей, не более, %				
	мышьяка	сурьмы	глинозе- ма		
50	0,7	0,3	10	4	3

Таблица 7

### Нормы содержаний золота и примесей во флотационном концентрате

Концентрат	Содержание				Влажность, не более, %
	золота, не менее, г/т	примесей, не более, %			
		мышья- ка	сурь- мы	глинозема	
Флотационный золо- тосодержащий	20	2	0,3	10	6
Золотосодержащий обоженный (огарок)	30	1	0,3	10	—

Таблица 8

### Классификация флюсовых руд

Класс руды	Область применения
Отражатель- ный	При отражательной плавке медьсодержащего сырья
Конверторный	При бессемеровании медных штейнов и черновой меди из вторичного сырья
Шахтный	При шахтной плавке медьсодержащего и медносерного сы- рья

**Требования к химическому составу и крупности классов и сортов флюсовых руд**

Класс и сорт	Содержание, %				Крупность, мм
	кремнезема общего, не ме- нее	глинозе- ма, не более	мышьяка, не более	сурьмы, не более	
Отражательный					0–10
I сорт	70	8	0,8	0,3	
II сорт	65	10	0,8	0,3	
III сорт	60	13	0,8	0,3	
Конверторный					10–50
I сорт	70	8	0,8	0,3	
II сорт	65	10	0,8	0,3	
III сорт	62	12	0,8	0,3	
Шахтный					50–120
I сорт	90	6	0,8	0,3	
II сорт	75	8	0,8	0,3	
III сорт	68	9	0,8	0,3	

Для концентратов золота, не соответствующих требованиям промышленности по предельному содержанию вредных примесей (мышьяка, сурьмы и др.), а также для весьма упорных концентратов, содержащих тонкодисперсное золото, тесно связанное с сульфидами (пиритом, арсенопиритом) и не извлекаемое прямым цианированием, следует оценить эффективность их переработки методами бактериального выщелачивания.

При проведении технологических испытаний необходимо подобрать эффективные культуры бактерий, степень измельчения концентрата (руд), определить плотность пульпы, активность ее перемешивания и аэрации, оптимальные для процесса выщелачивания рН, температуру, содержание клеток в 1 мл пульпы, скорость окисления сульфидов, величину извлечения золота при последующем цианировании, расход реагентов при цианировании и обезвреживании использованных растворов.

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

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

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

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

содержание в них полезных и вредных примесей, а по разрабатываемым месторождениям – привести химический состав рудничных вод и протокатов;

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

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

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

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

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

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

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

Инженерно-геологическими исследованиями должны быть изучены: физико-механические свойства руд, рудовмещающих пород и перекрывающих отложений, определяющие характеристику их прочности в естественном и водонасыщенном состояниях; инженерно-геологические особенности массива пород месторождения и их анизотропия, состав пород, их трещиноватость, тектоническая нарушенность, текстурные особенности, закарстованность, разрушенность в зоне выветривания; современные геологические процессы, которые могут осложнить разработку месторождения. Особое внимание следует уделить оценке: тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости; мощности, степени и характера дробления пород и руд; заполнителя нарушений; возможности водопритоков по нарушениям как по простираанию, так и падению; структурной блочности массива.

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

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

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

теристики разведываемой площади следует использовать данные о степени обводненности и инженерно-геологических условиях этих шахт и карьеров.

50. Разработка золоторудных месторождений производится открытым, подземным и комбинированным способами. При комбинированном способе границу отработки открытым способом устанавливают при помощи предельного коэффициента вскрыши, исходя из равенства себестоимости добычи полезного ископаемого тем и другим способом.

Доказана возможность применения для добычи золота способа подземного выщелачивания (ПВ) на золотосодержащих отложениях коры выветривания. Наиболее благоприятными для использования метода ПВ являются неглубоко залегающие рыхлые или сильнотрещиноватые дезинтегрированные отложения (ограниченные водоупорными горизонтами), водопроницаемые, частично обводненные, в которых золото находится в пригодной для выщелачивания форме.

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

51. Для месторождений, где установлена природная газоносность отложений (метан, сероводород и др.), должны быть изучены закономерности изменения содержания и состава газов по площади и с глубиной.

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

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

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

Специфика техногенных источников воздействия золоторудных месторождений определяется способом (подземным, открытым, ПВ) разработки, применением флотации и цианирования при переработке руд, присутствием в руде и продуктах переработки в качестве примесей висмута, свинца, цинка, меди, олова, серебра, мышьяка, рения, селена, теллура, германия, скандия.

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

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

растительного покрова. Должны быть даны рекомендации по разработке мероприятий по охране недр, предотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивации земель.

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

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

## **VI. Подсчет запасов**

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

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

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

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

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

общностью горнотехнических условий разработки.

По падению рудных тел подсчетные блоки следует разделять горизонтами горных работ или скважин, по простиранию – разведочными линиями (профилями), с учетом намечаемой последовательности отработки запасов.

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

59. При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику золоторудных месторождений.

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

Запасы категории В при разведке подсчитываются только на месторождениях 2-й

группы. К ним относятся запасы, выделенные на участках детализации или в пределах других частей рудных тел, степень разведанности которых соответствует требованиям Классификации к этой категории.

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

На месторождениях, где объем руды определяется с использованием коэффициента рудоносности, к категории В могут быть отнесены блоки, в пределах которых коэффициент рудоносности выше, чем средний по месторождению, установлены изменчивость 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.

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

К категории  $C_1$  относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть горных выработок и скважин, а достоверность полученной при этом информации подтверждена на новых месторождениях участками детализации, а 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.

Контур запасов категории  $C_1$ , как правило, определяются по разведочным выработкам, а для наиболее выдержанных и крупных рудных тел – геологически обоснованной ограниченной экстраполяцией, учитывающей изменение морфоструктурных особенностей, мощностей рудных тел и качества руд. Размер зоны экстраполяции не должен превышать половины расстояния между выработками, принятого для запасов этой категории.

Запасы категории  $C_2$  подсчитываются по конкретным рудным телам путем экстраполяции по простиранию и падению от контура разведанных запасов более высоких категорий на основе геофизических работ, геолого-структурных построений, изучения закономерностей изменения мощностей рудных тел и содержаний золота в них и единичных рудных пересечений, подтверждающих эту экстраполяцию; по самостоятельным рудным телам – исходя из совокупности рудных пересечений, установленных в обнажениях, горных выработках и скважинах с учетом данных геофизических, геохимических исследований и геологических построений, а при невозможности геометризации рудных тел – статистически в обобщенном контуре. При определении контуров подсчета запасов категории  $C_2$  следует учитывать общую изученность геологического строения месторождения, условия залегания рудных тел и установленные на месторождении закономерности изменения их размеров, формы, мощности и качества руд. На предварительно оцененных участках в контурах, определяемых по аналогии с более изученными частями месторождений, аналогия геологического строения устанавливается по результатам геофизических, геохимических исследований, геологических построений и отдельным разведочным пересечениям.

60. Величина экстраполяции в каждом конкретном случае для запасов категорий  $C_1$  и  $C_2$  должна быть обоснована фактическими данными. Не допускается экстраполяция в сторону выклинивания и расщепления рудных тел, ухудшения качества руд и горно-геологических условий их обработки, к пересечениям с содержаниями золота ниже минимального промышленного и мощностью меньше минимальной выемочной.

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

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

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

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

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

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

63. 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.

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

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

В материалах сопоставления должны быть приведены контуры ранее утвержденных органами госэкспертизы и погашенных запасов (в том числе добытых и оставшихся в целиках), списанных как неподтвердившихся, контуры площадей приращиваемых запасов, а также сведения о запасах, числящихся на государственном балансе (в том числе – об остатке запасов, ранее утвержденных уполномоченным экспертным органом); представлены таблицы движения запасов (по категориям, рудным телам и месторождению в целом) и ба-



ланс руды и металла в контуре погашенных запасов, отражающий изменение утвержденных уполномоченным экспертным органом запасов при доразведке, потери при добыче и транспортировке, выход товарной продукции и потери при переработке руд. Результаты сопоставления сопровождаются графикой, иллюстрирующей изменение представлений о горно-геологических условиях месторождения.

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

По месторождению, на котором, по мнению недропользователя, утвержденные уполномоченным экспертным органом запасы или качество руд не подтвердились при разработке или необходимо введение поправочных коэффициентов в ранее утвержденные параметры или запасы, обязательным является выполнение специального подсчета запасов по данным доразведки и эксплуатационной разведки и оценка достоверности результатов, полученных при проведении этих работ.

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

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

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

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

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

Результаты подсчета запасов могут быть представлены в двух видах: при расчете по сетке одинаковых равноориентированных блоков составляются таблицы подсчетных пара-

метров по всем элементарным блокам совместно со значениями дисперсии крайгинга; при расчете крупными геологическими блоками индивидуальной геометрии каждый блок должен быть привязан в пространстве и иметь список проб, входящих в зону влияния.

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

Считается, что геостатистический способ подсчета запасов дает наилучшую возможность установления оценок средних содержаний золота в блоках, рудных телах и по месторождению в целом без специальных приемов по уменьшению влияния «ураганных» проб, позволяет снизить ошибки оконтуривания рудных тел с весьма сложной морфологией и внутренним строением и оптимизировать технологию отработки месторождения. Вместе с тем, геостатистические методы подсчета запасов должны быть строго контролируемы в своем применении и подчинены особенностям геологического строения месторождения. В любом случае результаты геостатистического моделирования и оценивания должны проверяться путем сравнения с результатами традиционных методов подсчета запасов.

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

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

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

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

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

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

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

Параметры кондиций для подсчета запасов должны быть установлены на основе технико-экономического обоснования временных разведочных кондиций, разрабатываемых на основе отчетов о результатах оценочных работ для всех открытых новых месторождений. В отчете должна содержаться информация, достаточная для предварительной геолого-экономической оценки месторождения.

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

Соображения о способах и системах разработки месторождения, возможных масштабах добычи обосновываются укрупнено на основе проектов-аналогов; технологические схемы обогащения с учетом комплексного использования сырья, возможный выход и качество товарной продукции определяются на основе исследований лабораторных проб; капитальные затраты на строительство рудника, себестоимость товарной продукции и другие экономические показатели определяются по укрупненным расчетам на базе проектов-аналогов.

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

Рассматривается и оценивается возможное влияние отработки месторождений на окружающую среду.

Для детального изучения морфологии рудных тел, вещественного состава руд и разработки технологических схем обогащения и переработки руд на оцененных месторождениях (участках) может осуществляться опытно-промышленная разработка (ОПР). ОПР проводится в рамках проекта разведочной стадии работ по решению государственной экспертизы материалов подсчета запасов в течение не более 3 лет на наиболее характерных, представительных для большей части месторождения участках, включающих типичные для месторождения руды. Масштаб и сроки ОПР должны быть согласованы с органами Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Необходимость проведения ОПР должна быть обоснована в каждом конкретном случае с определением ее целей и задач.

Проведение ОПР диктуется обычно необходимостью выявления особенностей геологического строения рудных тел (изменчивость морфологии и внутреннего строения), горно-геологических и инженерно-геологических условий отработки, технологии добычи руд и их обогащения (природные разновидности и технологические типы руд и их взаимоотношения, особенности обогащения, полупромышленные испытания и т. д.). Решение этих вопросов возможно только при вскрытии рудных тел на существенную глубину и протяженность.

ОПР целесообразна при внедрении новых методов добычи полезных ископаемых, а также при отработке новых нетрадиционных типов руд. ОПР целесообразна при освоении крупных и очень крупных месторождений, на которых, прежде чем приступить к строи-

тельству основных фабрик, разработанная технологическая схема испытывается и совершенствуется на небольших обогатительных фабриках.

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

Разведанные месторождения по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

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

вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования рациональной технологии их переработки с комплексным извлечением всех полезных компонентов, имеющих промышленное значение, и определения направления использования отходов производства или оптимального варианта их складирования или захоронения;

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

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

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

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

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

При наличии на месторождении наряду с первичными выветрелых руд последние должны быть изучены с детальностью, позволяющей принять решение о целесообразности их раздельной отработки.

Рациональное соотношение запасов различных категорий определяется недропользователем с учетом допустимого предпринимательского риска. Возможность полного или частичного использования запасов категории  $C_2$  при проектировании отработки месторождений в каждом конкретном случае определяется государственной геологической экспертизой материалов подсчета запасов. Решающими факторами при этом являются особенности геологического строения рудных тел, их мощность и характер распределения в них рудной минерализации, оценка возможных ошибок разведки (методов, технических средств, опро-

бования и аналитики), а также опыт разведки и разработки месторождений аналогичного типа.

Разведанные месторождения относятся к подготовленным для промышленного освоения при выполнении настоящих рекомендаций и после утверждения запасов (балансовых и забалансовых) в установленном порядке.

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

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

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

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

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

изменении требований промышленности к качеству минерального сырья;

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

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

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

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

разработке и внедрении новых технологий, существенно улучшающих экономику производства;

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

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

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

Система разведки и плотность разведочной сети зависят в основном от нескольких природных факторов: условий залегания и структурно-геологических особенностей рудных тел (выдержанности и морфологии рудных тел, характера границ) и распределения полезного компонента (степени изменчивости качества полезного ископаемого в пределах рудных тел).

В качестве основных количественных показателей сложности строения рудных тел рекомендуется использовать следующие величины: коэффициент рудоносности ( $K_p$ ), показатель сложности ( $q$ ) и коэффициенты вариации мощности ( $V_m$ ) и содержания ( $V_C$ ) в рудных пересечениях (А.П. Прокофьев, 1973).

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

$$K_p = \frac{l_p}{l_o} \quad (1.1)$$

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

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

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

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

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

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

Обобщенные ориентировочные предельные значения показателей сложности строения рудных тел по месторождениям 1-, 2-, 3- и 4-й групп сложности приведены в таблице (А.П. Прокофьев, В.И. Бюрюков, М.Н. Денисов).

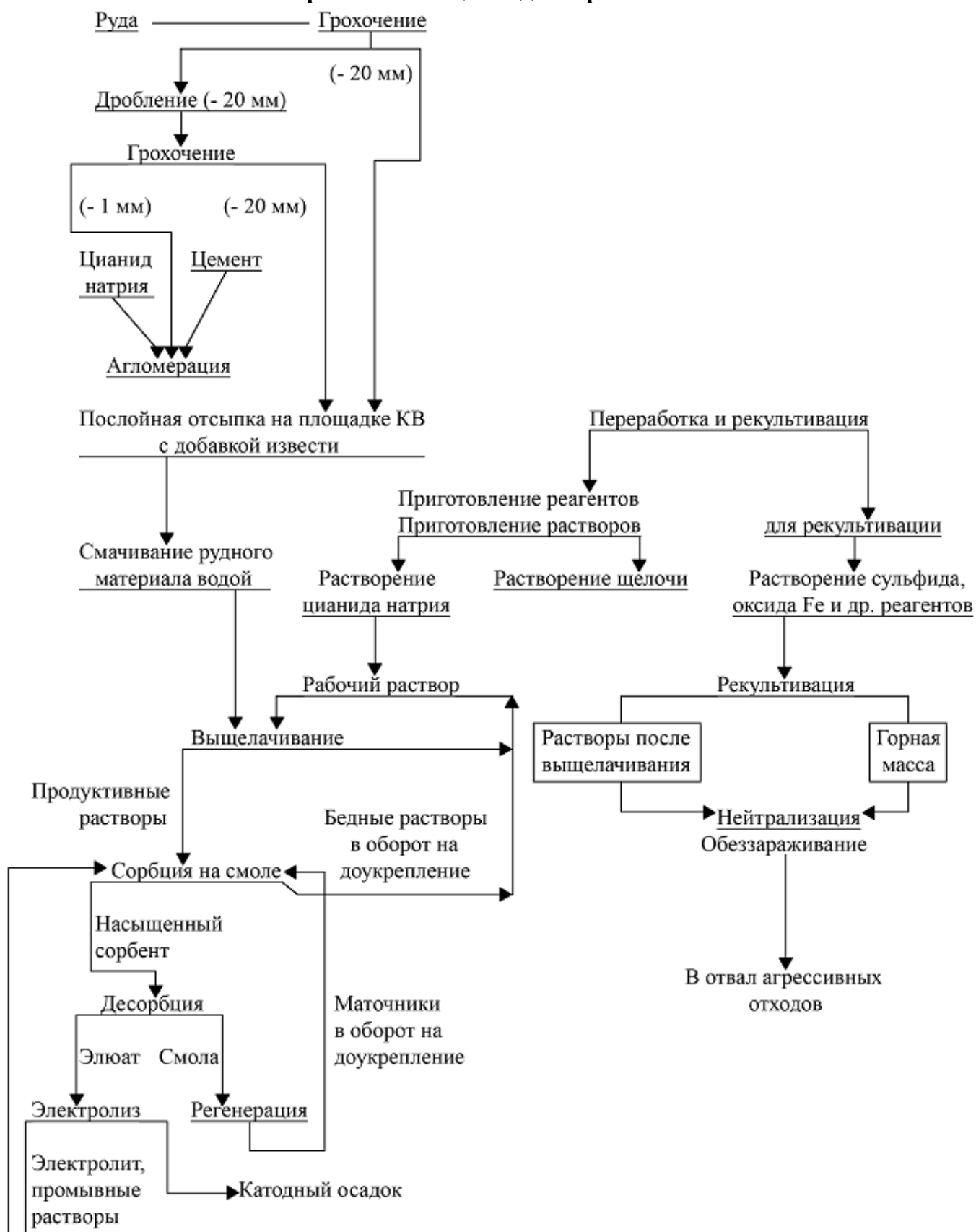
**Количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения**

Группа месторождений	Показатели изменчивости объектов разведки			
	формы			содержания
	$K_p$	$q$	$V_m, \%$	$V_c, \%$
1-я	0,9–1,0	0,8–0,9	< 40	< 40
2-я	0,7–0,9	0,6–0,8	40–100	40–100
3-я	0,4–0,7	0,4–0,6	100–150	100–150
4-я	< 0,4	< 0,4	> 150	> 150

Решение по отнесению месторождения к конкретной группе принимается по совокупности всей геологической информации с учетом показателя, характеризующего наивысшую изменчивость формы или содержания. Например, Асачинское золоторудное месторождение, характеризующееся весьма неравномерным распределением золота ( $V_c = 120 \%$ ), отнесено к 3-й группе, несмотря на показатель изменчивости формы ( $V_m = 52 \%$ ), присущий месторождениям 2-й группы сложности.

Приложение 2 к Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (золоторудных)

**Принципиальная технологическая схема кучного выщелачивания с применением цианидных реагентов**





Приложение 3 к Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (золоторудных)

### **Перечень стандартов и технических условий**

ГОСТ 28058. Золото в слитках.

ТУ 117-2-26-76 (ТУ 48-16-26-76). Руда золотосодержащая кварцевая флюсовая.

ТУ 117-2-26-76 (ТУ 48-16-8-75). Концентрат гравитационный золотосодержащий.

ТУ 117-2-6-75 (ТУ 48-16-6-75). Концентрат флотационный золотосодержащий.

ТУ 117-2-1-78 (ТУ 48-16-1-78). Осадки цинковые золотосодержащие.

ТУ 117-2-3-78 (ТУ 48-16-3-78). Золото катодное.

ТУ 117-2-7-75 (ТУ 48-16-7-75). Золото лигатурное.

ТУ 117-2-9-80 (ТУ 48-0715-9-80). Золото самородное.

