



И.А. Карпенко
канд. геол.-мин. наук
kanasit@yandex.ru



Д.А. Куликов
канд. геол.-мин. наук
ЦНИГРИ
заведующий отделом
soteo@yandex.ru



А.А. Черемисин
канд. геол.-мин. наук
ЦНИГРИ
старший научный сотрудник
soteo@yandex.ru

Опыт отбора представительных проб для укрупненных лабораторных технологических испытаний на месторождениях благородных металлов

1. ФГУП «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов». Россия, 117545, Москва, Варшавское шоссе, 129, корп. 1.

Изложена методика и результаты отбора технологических проб для укрупненных лабораторных исследований руд различного качества на примере золоторудного месторождения Сухой Лог в Иркутской области

Ключевые слова: технологическое опробование; золоторудное месторождение; сорта руд; контрольная проба; частная технологическая проба; отбор; разделка; представительность пробы

На разведываемых месторождениях благородных металлов укрупненные лабораторные технологические испытания выполняются с целью подготовки материалов для составления ТЭО постоянных или временных разведочных кондиций, после утверждения

которых производится подсчет запасов для постановки их на Государственный баланс.

В 2005–2008 гг. ЦНИГРИ совместно с субподрядными организациями выполнялась комплексная геолого-экономическая переоценка золоторудного месторождения Сухой Лог в Иркутской области с разработкой

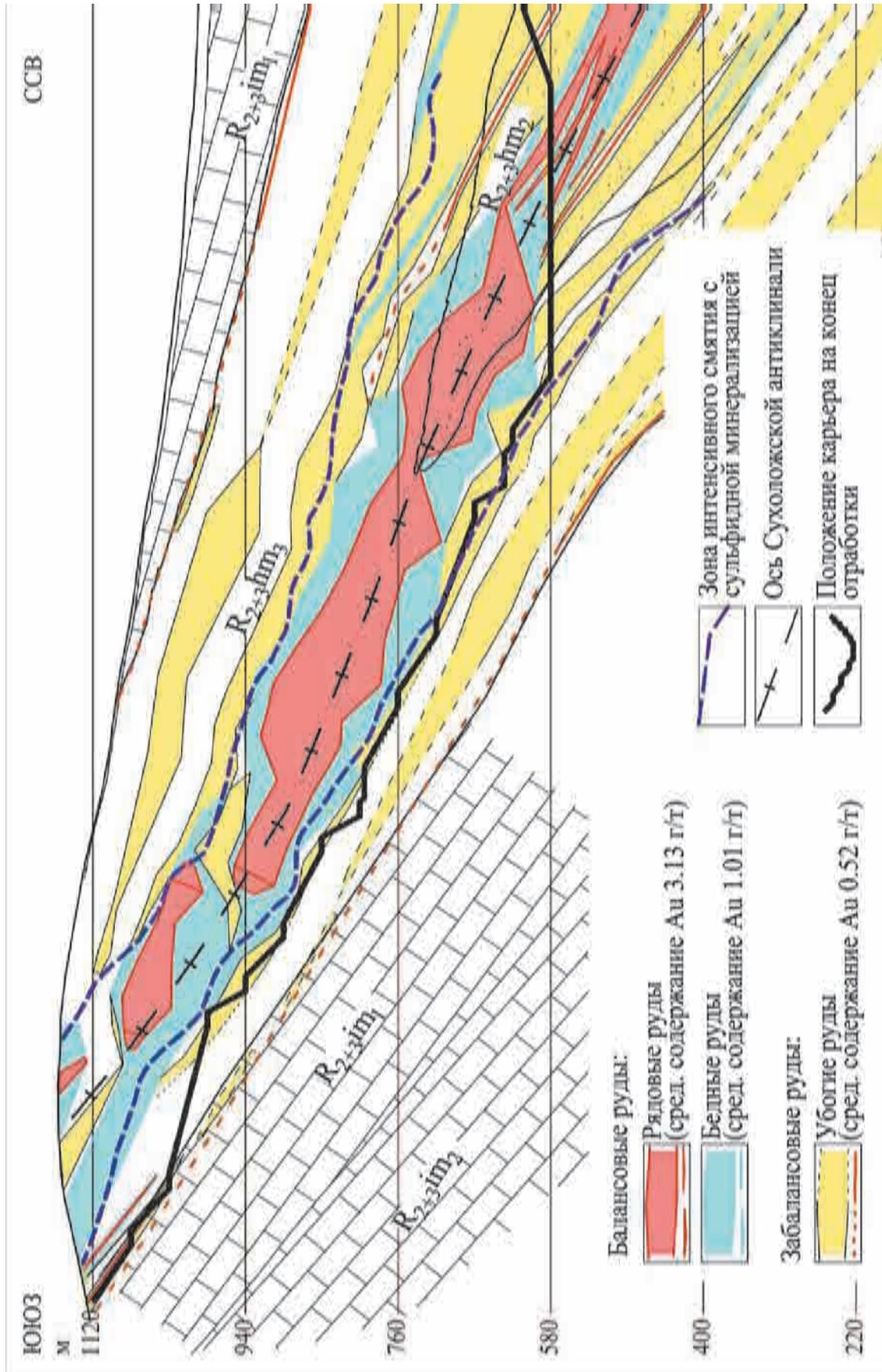


Рис. 1. Зональность оруденения по содержанию золота в поперечном разрезе

Сорт руды	Содержание Au, г/т	Удельный вес запасов руды, %	Удельный вес запасов Au, %
Рядовые руды	3,13	19	54
Бедные руды	1,01	17	17
Итого рядовые + бедные (балансовые)	2,10	36	71
Убогие руды (забалансовые)	0,52	64	29
ВСЕГО по месторождению	1,11	100	100

новых разведочных кондиций. Впервые запасы месторождения Сухой Лог были утверждены ГКЗ СССР в 1977 г. (протокол ГКЗ СССР № 8001 от 30.12.1977).

В период переоценки (2005–2008 гг.) геологами ЦНИГРИ [1, 2] на месторождении было установлено наличие зональности в распределении руд по содержанию золота в вертикальных разрезах (рис. 1), выражающейся в последовательном снижении содержания золота от осевой части опрокинутой антиклинальной складки к крыльям. Это было учтено при подсчете запасов.

Согласно принятым при геолого-экономической оценке кондициям (бортовые содержания золота 1,5 г/т; 0,5 г/т и 0,2 г/т), выделено 3 сорта руд, подтверждающих и фиксирующих эту зональность. Качество этих руд и их удельный вес представлены в табл. 1.

В связи с выделением на месторождении 3 сортов руд, каждый из которых занимает существенную долю в балансе запасов по месторождению, а в абсолютном выражении эквивалентен запасам уникального месторождения, встал вопрос изучения технологических свойств и технологических показателей этих трех сортов руд, необходимость изучения которых определяется тем, что по условиям залегания месторождение должно обрабатываться открытым способом, при этом все сорта руд будут извлекаться при добыче.

Таблица 2.

Распределение параметров оруденения по классам содержаний золота в рядовой руде ($C_{\text{борт}} = 1,5 \text{ г/т}$). Участок Сухоложский

Классы содержаний Au, г/т		Количество проб			Мощность, (запасы руды, %)			Метрограмм (запасы металла, %)			Содержание Au
от	до	шт.	%	%+%	м	%	%+%	м*г/т	%	%+%	г/т
0,0	0,09	382	3,1	3,1	486,8	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,00
0,1	0,49	622	5,0	8,1	882,5	4,4	6,8	246,7	0,4	0,4	0,28
0,5	0,99	1150	9,2	17,3	1717,8	8,5	15,3	1206,0	1,7	2,1	0,70
1,0	1,49	1287	10,3	27,6	2024,1	10,1	25,4	2431,7	3,5	5,5	1,20
1,5	2,99	3585	28,8	56,4	6062,3	30,1	55,5	13071,6	18,6	24,1	2,16
3,0	>3,00	5423	43,6	100,0	8947,2	44,5	100,0	53496,6	75,9	100,0	5,98
Сумма и среднее		12449	100,0		20120,7	100,0		70452,5	100,0		3,50

Таблица 1.

Характеристика сортов руд

Основная масса руд месторождения Сухой Лог представлена бедными и убогими разновидностями (81% руды, табл. 1), экономическая эффективность утилизации которых может быть достигнута при внедрении инновационных методов, позволяющих существенно сократить затраты на переработку таких руд.

Учитывая достигнутый в период после завершения разведки месторождения в 1977 г. прогресс в применении методов **предварительного обогащения**, доказавших свою эффективность, особенно на крупных и уникальных месторождениях цветных, черных металлов и нерудного сырья, в программах технологических исследований предусмотрено изучение технологии предварительного обогащения каждого сорта руд месторождения Сухой Лог.

При технологических испытаниях выделенных 3 сортов золотосодержащих руд месторождения Сухой Лог предусмотрены исследования не только традиционными для подобных руд методами глубокого обогащения (гравитация, флотация и т.д.), но и методами предварительного обогащения, которые применяются в голове обогатительного цикла с целью крупнокусковой сепарации дробленной руды. Это обстоятельство существенно влияет на методику отбора



Рис. 2.
Фрагменты плана горизонта штольни № 2 с указанием возможных мест отбора проб

CL	C	Q%	W	CL _u	W _u	C _u	Ix	PL	In	L	N	C-1977	S
г/т	г/т	%	кг	г/т	кг	г/т			м	м	шт.	г/т	см
Рядовые руды													
≥ 3	5,99	44,4	2100	≥ 3	2100	5,99	1	Орт 42	54-56	4	5	5,5	100×20
									74-76	4	5	5,6	100×20
1,5-2,99	2,16	30,1	1425	1,5-2,99	1425	2,16	2	Орт 42	78-82	6	7	2,05	40×20
									104-108	6	7	2,16	40×20
1,0-1,49	1,20	10,1	475	0,5-1,49	875	0,97	3	Орт 42	46-48	4	5	1	40×20
0,5-1,0	0,70	8,5	400						114-118	6	7	0,96	30×20
0,1-0,49	0,28	4,4	215	0-0,49	325	0,18	4	Орт 42	8-12	6	7	0,23	30×20
< 0,10	0,00	2,4	110										
Итого	3,51	100,0	4725		4725	3,51							
Разубоживание	0,55	5,5	275	0-1,0	275	0,55	4	Орт 42	16-18	4,00	5	0,55	30×20
Всего	3,34	105,5	5000		5000	3,34				40,00	48		

Таблица 3.

Определение параметров частных технологических проб:

CL – классы содержаний золота; C – среднее содержание золота в классе; Q% – доля руды класса содержаний в запасах; W – вес руды класса содержаний в технологической пробе; CL_u – объединенные классы содержаний; W_u – вес руды в объединенных классах; C_u – среднее содержание в объединенных классах; Ix – номер технологического сорта руд (частной пробы); PL – место отбора сорта руд; In – интервал отбора задирки; L – длина интервала; N – количество линий бороздowego отробования; C-1977 – содержание золота по результатам рядового отробования прошлых лет (1977 г.); S – сечение задирки

и подготовки технологических проб для последующих исследований, т.к. предполагает исследование **кусковатости** товарной руды и определение ее гранулометрического состава. Для достижения представительности проб, подлежащих предварительному крупнокусковому обогащению, масса проб, предназначенных для укрупненных лабораторных исследований, должна составлять первые тонны.

Таким образом, технологические исследования руд месторождений Сухой Лог должны включать [3]:

- технологические исследования каждого сорта руды;
- исследование эффективности методов предварительного обогащения руд каждого сорта с наработкой концентратов предварительного обогащения;
- исследование методами глубокого обогащения (гравитации, флотации и др.) концентратов предварительного обогащения.

Исходя из этих задач, разработано техническое задание на отбор технологических проб, обеспечивающее их представительность по качеству, распределению и структуре запасов каждого сорта на месторождении.

Составлению технического задания на отбор технологических проб предшествовала

целевая камеральная обработка геологических материалов.

1. Статистический анализ распределения параметров оруденения (количества руд и металла) по классам содержаний. Пример результатов анализа представлен в **табл. 2**.

2. Расчет весовой доли частной пробы для каждого класса содержаний, необходимой для формирования представительной технологической пробы. По результатам этих расчетов определена масса каждой частной пробы, соответствующей определенному классу содержаний золота в составе технологической пробы отдельного сорта руды.

3. Построение графика зависимости геометрических параметров бороздовых и задириковых проб от их массы, который использовался для определения сечения и площади реальных задириковых проб.

4. Составление плана горизонта штольни с указанием возможных мест отбора частных проб по типам вмещающих пород и интервалам содержаний золота (**рис. 2**).

5. Оконтуривание (выделение по мощности) рудных интервалов, соответствующих частным пробам трех сортов руд по имеющимся данным рядового отробования в предполагаемых местах отбора технологических проб.

Результаты камеральных работ по пунктам 2–5, сведены в таблицу, пример которой представлен в *табл. 3*.

6. Составление возможной схемы отбора контрольных бороздовых и частных задирко-вых проб в выработке (*рис. 3*).

7. Составление карты фактов расположения выработок, предназначенных для отбора технологических проб – мест подхода (подъезда) к ним с отображением рельефа, гидрографии и существующей инфраструктуры.

8. Разработка системы нумерации контрольных, частных и технологических проб.

9. Составление технологических схем обработки контрольных бороздовых и контрольных горстевых проб и формирования проб для предварительного и глубокого обогащения (*рис. 4*).

10. Разработка формуляров сопроводительной документации: акта на отбор технологической пробы, паспорта технологической пробы, сопроводительной ведомости бороздовых и горстевых проб.

При формировании технологических проб по сортам руды должно учитываться разубоживание породами с соответствующим качеством (*табл. 3*).

С учетом выполненных камеральных работ было составлено **техническое задание** следующего содержания (приводится в сокращенном виде).

1. Целевое назначение – исследование обогатимости рядовых, бедных и убогих руд методами прямого и комбинированного обогащения с определением технологических показателей и составлением технологического регламента.

2. Масса каждой технологической пробы – 5 т. Пробы отбираются из штольни № 2, пройденной на месторождении Сухой Лог на горизонте 1020 м. Места отбора – орты 42, 40, 39. Места отбора могут быть скорректированы в зависимости от доступности.

3. Представительность технологических проб должна быть обеспечена:

- получением среднего содержания золота в отобранной пробе: в рядовой руде 3–3,3 г/т, в бедной руде – 0,9–1,2 г/т, в убогой руде – 0,5–0,8 г/т;

- первичным составом (отсутствием признаков окисления руд);

- количеством пунктов отбора частных проб для формирования «средней» технологической пробы (не менее 5–6 пунктов);

- соблюдением соотношения массы частных проб по классам содержаний золота распределению запасов в подсчете запасов;

- соответствием частных проб по доле рудовмещающих пород, минеральному составу, текстурно-структурным признакам, размеру вкрапленности главных рудных и жильных минералов;

- соответствием физико-механическим свойствам руд и разубоживающих пород (твердости, крепости, объемной массе, влажности);

- гранулометрический состав пробы должен обеспечивать максимальный выход сепарируемых (машинных) классов крупности -100+25 мм при выходе несепарируемого отсева -25 мм не выше 25%; додрабывание пробы после отбора не допускается;

- соответствием разубоживания при отборе проб величине, принятой проектом – 5,5%.

Рис. 3.

Возможная схема выбора места отбора задирковой (частной) пробы



1. Проба РТ состоит из 4-х частных проб (РТ-1, РТ-2, РТ-3, РТ-4)

РТ-1	РТ-2	РТ-3	РТ-4	Частные пробы по сортам руд Суммарная масса 5000 кг
2100 кг	1425 кг	875 кг	600 кг	

2. Обработка частных проб на примере пробы РТ-1



Перемешивание 3-х кратное каждой пробы

3. Отбор горстевых проб (вычерпыванием) по регулярной сети в объеме 10 % от веса каждой фракции (всего 4 горстевые (контрольные) пробы)

Остатки проб по фракциям крупности частных проб

РТ-1-Ф1	РТ-1-Ф2	РТ-1-Ф3	РТ-1-Ф4
567 кг	378 кг	378 кг	567 кг

РТ-1-Ф1К	РТ-1-Ф2К	РТ-1-Ф3К	РТ-1-Ф4К
63 кг	42 кг	42 кг	63 кг

4. Обработка и анализ горстевой (контрольной) пробы. Оценка содержания золота в технологической пробе. Сокращение до веса не менее 1 кг

6. Формирование из остатков горстевых проб малой (лабораторной) технологической пробы для прямого обогащения (на примере пробы рядовых руд РТ-М)

5. Формирование по частным пробам технологической пробы для фотометрической сепарации (по классам - фракциям крупности, на примере технологической пробы РТ)

Пробы	Классы (фракции) крупности, мм				
	-100+75(Ф1)	-75+50(Ф2)	-50+25(Ф3)	-25(Ф4)	
Частные пробы	РТ-1	РТ-1-Ф1 567 кг	РТ-1-Ф2 378 кг	РТ-1-Ф3 378 кг	РТ-1-Ф4 567 кг
	РТ-2	РТ-2-Ф1 384 кг	РТ-2-Ф2	РТ-2-Ф3	РТ-2-Ф4
Технол. проба по фракциям крупности	РТ-3	РТ-3-Ф1 236 кг	РТ-3-Ф2	РТ-3-Ф3	РТ-3-Ф4
	РТ-4	РТ-4-Ф1 162 кг	РТ-4-Ф2	РТ-4-Ф3	РТ-4-Ф4
Технол. проба	РТ-Ф1	РТ-Ф2	РТ-Ф3	РТ-Ф4	
	РТ				
	4500 кг				

Пробы	Классы (фракции) крупности, мм				Малая лабораторная проба по частным пробам
	-100+75(Ф1)	-75+50(Ф2)	-50+25(Ф3)	-25(Ф4)	
Частные пробы	РТ-1	РТ-1-Ф1 62 кг	РТ-1-Ф2 41 кг	РТ-1-Ф3 41 кг	РТ-1-Ф4 62 кг
	РТ-2	РТ-2-Ф1	РТ-2-Ф2	РТ-2-Ф3	РТ-2-Ф4
Малая лабораторная технологическая проба	РТ-3	РТ-3-Ф1	РТ-3-Ф2	РТ-3-Ф3	РТ-3-Ф4
	РТ-4	РТ-4-Ф1	РТ-4-Ф2	РТ-4-Ф3	РТ-4-Ф4
	РТ-М				РТ-М (490 кг)

Рис. 4. Схема формирования технологической пробы (на примере пробы РТ, рядовые руды)

Согласно распределению запасов руды по классам содержаний, частные пробы каждой технологической пробы для обеспечения представительности по содержанию должны быть представлены следующим соотношением масс по классам содержаний (с учетом разубоживания): *табл. 4*.

Последовательность работ по отбору технологических проб

1. Предварительный выбор мест отбора проб по результатам выделения рудных интервалов по сортам руд.

2. Геологическая документация участка. Отбор штуфов на минералогический анализ (по типам руд).

3. Подготовка участка (зачистка, оборка, удаление участков с признаками окисления, выравнивание стенки выработки, расстилка брезента).

4. Отбор секционных бороздовых проб в соответствии с намеченными параметрами (ориентировка, сечение, длина, нумерация, упаковка).

Место отбора одной частной пробы должно быть охарактеризовано 3–18 бороздовыми пробами, в среднем 10 бороздовыми пробами. Для оценки мест отбора 11 частных проб необходимо отобрать 110 бороздовых проб.

5. Обработка бороздовых проб по разработанной схеме. На пробирный анализ отправляются две параллельные навески массой по 50 г по каждой бороздовой пробе.

6. Вынесение результатов пробирного анализа на документацию, уточнение контура, в котором отбирается частная технологическая проба. **Отбор частной пробы производится только после окончательного уточне-**

ния контура заделки и расчета ее параметров, обеспечивающих получение нужной массы с расчетным содержанием полезного компонента.

7. Частная проба представляет собой заделку со стандартной глубиной 20 см. Длина заделочной пробы соответствует длине принятого по результатам анализа бороздовых проб интервала, ширина – определяется весом частной пробы, **сечение заделочной пробы, в пределах интервала отбора частной пробы соблюдается постоянным.**

8. Способ отбора заделочных проб (ручной, механический). Количество мелочи (класс -25 мм) контролируется визуально и должно быть не более 25% от общей массы. **Исключение мелочи из пробы (в случае превышения 25%) не допускается.**

После отбора заделки осуществляется этикетирование частной пробы, затаривание в брезентовые мешки, доставка на площадку для разделки, взвешивание и разделка.

Формирование, разделка технологической пробы

Частные пробы, характеризующие одну технологическую пробу, объединяются по классам содержаний, в результате чего образуются по 4 частных пробы для РТ и БТ и 3 частных пробы для УТ, масса которых должна соответствовать приведенным выше данным.

Разделка частной пробы включает:

1. Взвешивание частной заделочной пробы.

2. Грохочение с разделением на классы (фракции) крупности: +100; -100+75 мм; -75+50 мм; -50+25 мм; -25 мм (отсев). Определение выхода по классам крупности, включая класс +100 мм.

Таблица 4.
Соотношение масс по классам содержаний

Номер технологической пробы	Номер частной пробы	Класс содержаний от – до, г/т	Вес пробы, кг	Среднее содержание, г/т
РТ	Всего		5000	3,0–3,3
	РТ-1	> 3,0	2100	6,0
	РТ-2	1,5–3,0	1425	2,2
	РТ-3	0,5–1,5	875	1,0
	РТ-4	0,0–0,5	600	0,2
БТ	Всего		5000	0,9–1,2
	БТ-1	> 3,0	160	4,2
	БТ-2	1,5–3,0	710	2,0
	БТ-3	0,5–1,5	2340	0,9
	БТ-4	0,0–0,5	1790	0,2
УТ	Всего		5000	0,5–0,8
	УТ-1	> 1,0	1040	1,5
	УТ-2	0,5–1,0	1700	0,65
	УТ-3	0,0–0,5	2260	0,2

NT	NTx	CL	Теоретические данные		Фактические данные					
			W	C	W _{факт}	C _{борозд}	C-100+0	C-50+0	C _{фмс}	C _{гл. об}
		г/т	Кг	г/т	кг	г/т	г/т	г/т	г/т	г/т
PT	Всего		5000	3,0-3,3	5147	3,36	3,92	3,87	3,31	3,78
	PT-1	> 3,0	2100	6,0	2172	6,05	6,7	6,02		
	PT-2	1,5-3,0	1425	2,2	1460	2,4	2,3	2,62		
	PT-3	0,5-1,5	875	1,0	914	0,95	2,04	2,07		
	PT-4	0,0-0,5	600	0,2	601	0,3	0,56	0,48		
BT	Всего		5000	0,9-1,2	5128	1,02	1,14	1,07	0,94	1,07
	BT-1	> 3,0	160	4,2	200	4,5	4,89	4,57		
	BT-2	1,5-3,0	710	2,0	765	2	2,9	2,68		
	BT-3	0,5-1,5	2340	0,9	2360	1,03	1,08	1,06		
	BT-4	0,0-0,5	1790	0,2	1803	0,21	0,05	0,03		
UT	Всего		5000	0,5-0,8	5092	0,6	0,77	0,83	0,64	
	UT-1	> 1,0	1040	1,5	1123	1,3	1,41	1,55		
	UT-2	0,5-1,0	1700	0,65	1700	0,5	1,06	1,14		
	UT-3	0,0-0,5	2260	0,2	2269	0,09	0,22	0,16		

Таблица 5.

Сравнительные результаты формирования технологических проб:

NT – номер технологической пробы; NTx – номер частной технологической пробы; CL – классы содержаний золота, г/т; W – теоретическая масса технологических проб по результатам анализа подсчета запасов, кг; C – теоретическое содержание золота в технологических пробах по результатам анализа подсчета запасов, г/т; W_{факт} – фактическая масса технологической пробы, кг; C_{борозд} – содержание золота в местах отбора технологических проб по данным бороздowego опробования, г/т; C-100+0 – содержание золота в технологических пробах по данным горстеевого опробования в фракции крупности -100+0 мм (вся масса проб), г/т; C-50+0 – содержание золота в технологических пробах по данным горстеевого опробования в фракции крупности -50 +0 мм, г/т; C_{фмс} – содержание золота в материале технологических проб, поступившем на испытания по предварительной сепарации исходной руды, г/т; C_{гл. об} – содержание золота в материале технологических проб, поступившем на испытания по глубокому обогащению исходной руды, г/т

3. Додрабление и грохочение класса +100 мм, объединение дробленого материала с соответствующими классами.

4. Взвешивание фракций (класса крупности) и определение весовых и относительных долей этих фракций в частных пробах.

5. Перемешивание каждой фракции. Отбор контрольных горстеевых проб из каждой фракции массой 1/10 массы фракции с последующим пробирно-атомно-абсорбционным анализом. Подготовка каждой горстеевой пробы для пробирного анализа осуществляется по предварительно согласованным схемам.

6. Допустимое отклонение содержания золота в частной и технологической пробе от содержания его в запасах не должно превышать 10–20 относительных %.

7. Формирование технологической пробы по классам (фракциям) крупности (-100+75, -75+50, -50+25, -25 мм) путем объединения одинаковых фракций (классов) крупности всех частных проб технологической пробы данного сорта руды.

Затаривание технологической пробы по каждому классу крупности. На каждую технологическую пробу составляются паспорт и акт на отбор пробы.

8. Остатки от сокращения горстеевых проб классов (фракций) крупности используются для формирования лабораторных технологических проб по каждому сорту руд для глубокого обогащения. Пробы упаковываются в мешки, металлическую (бочки) или деревянную тару, снабжаются необходимой документацией и направляются заказчику. Масса каждой пробы не менее 450 кг.

9. Доставка подготовленных проб до железнодорожной станции «Таксимо» и отправка в Москву заказчику.

Отбор и формирование (разделка) технологических проб выполнены в период с 5 июля по 5 августа 2006 г. согласно разработанному техническому заданию, представленному выше.

Сравнительные результаты анализа данных подсчета запасов, формирования (разделки) технологических проб, качества мате-

риала, поступившего на предобогащение и на глубокое обогащение, отражены в *табл. 5*.

Фактические данные, представленные в *табл. 5*, подтверждают представительность технологических проб и надежность предло-

Изложенная выше методика отбора проб по сортам руд, охватывающим весь диапазон изменения средних содержаний полезного компонента и состава руд на месторождении – от минимального бортового содержания до среднего содержания в наиболее богатой руде, позволяет на основании технологических испытаний, включающих предварительное и глубокое обогащение всех сортов руд, построить графики технологических показателей для всей гаммы слагающих месторождение руд и использовать их для снятия технологических показателей по любому варианту подсчета запасов.

Подобная методика применима для месторождений цветных металлов, особенно – представленных комплексными рудами. Она позволит исключить появление непредставительных проб, резко отличающихся по содержанию полезного компонента и составу руды в случае неоднородного строения рудного тела. ●

Подобная методика позволит исключить появление непредставительных проб, резко отличающихся по содержанию полезного компонента и составу руды в случае неоднородного строения рудного тела

женной авторами методики технологического опробования на всех этапах – от теоретического обоснования параметров технологических проб до технологических испытаний.

Литература.

1. Карпенко И.А., Петраш Н.Г. и др. Определение рациональных условий пользования недрами ранее разведанных крупных и уникальных месторождений сложного геологического строения. М.: ЦНИГРИ. 2006.
2. Карпенко И.А., Петраш Н.Г., Герасимов С.Н., Романчук А.И., Литвинцев Э.Г. ТЭО освоения и кондиций по месторождению Сухой Лог в Иркутской области РФ. М.: ЦНИГРИ. 2007.
3. Технологическое опробование месторождений цветных металлов в процессе разведки. М. 1983. 37 с.

UDC 553.41/48.04

I.A.Karpenko, PhD, kanasit@yandex.ru
D.A.Kulikov, PhD, head of department of TSNIGRI¹, soteo@yandex.ru
A.A.Cheremisin, PhD, senior researcher of TSNIGRI¹, soteo@yandex.ru

1. Federal State Unitary Enterprise "Central Research Institute of Geological Exploration of non-ferrous and precious metals". 129, bldg. 1 Warsaw highway, Moscow, 117545, Russia.

Experience of representative sampling for the wider laboratory technological researches on precious metals deposits

Abstract. The procedure and results of technological sampling for the wider laboratory researches of various quality ores on the example of a gold deposit the "Sukhoi Log", being in the Irkutsk region, are describe.

Keywords: technological sampling; gold deposit; grades of ores; control sample; portion technological sample; sample separation; combine and grouping; representativity of sample

References

1. Karpenko I.A., Petrash N.G. i dr. *Opredelenie ratsional'nykh uslovii pol'zovaniia nedrami ranee razvedannykh krupnykh i unikal'nykh mestorozhdenii slozhnogo geologicheskogo stroeniia* [Definition of rational subsoil use conditions previously explored unique deposits of large and complex geological structure]. Moscow, TsNIGRI Publ., 2006.
2. Karpenko I.A., Petrash N.G., Gerasimov S.N., Romanchuk A.I., Litvintsev E.G. *TEO osvoeniia i konditsii po mestorozhdeniiu Sukhoi Log v Irkutskoi oblasti RF* [Feasibility study and development of conditions for the Sukhoi Log deposit in the Irkutsk region of Russia]. Moscow, TsNIGRI Publ., 2007.
3. *Tekhnologicheskoe oprobovanie mestorozhdenii tsvetnykh metallov v protsesse razvedki* [Technological testing of non-ferrous metals in the process of exploration]. Moscow, 1983, 37 p.