

УДК 622.143.1:622.7+622.349.18(002)

И.Ф. Лебедев, А.И. Матвеев, А.М. Монастырев

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КЕРНОВЫХ
ОБРАЗЦОВ РАССЛОЕННЫХ ГАББРОИДОВ
С КОМПЛЕКСНЫМ СУЛЬФИДНЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ
БУРПАЛИНСКОГО МАССИВА НА ОБОГАТИМОСТЬ
МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ
ПО ГРАВИТАЦИОННОЙ СХЕМЕ**

Семинар № 23

Для исследования технологических свойств были отобраны керновые пробы из Бурпалинского массива юга Якутии, которая находится в административно территориальном отношении в Алданском районе Республики Саха (Якутия).

Всего была доставлена 41 частная проба весом от 10 до 30 кг.

Обработка проб проводилась по схеме предусматривающей следующие стадии: дробление исходных проб в дробилке ударного действия с решеткой 3 мм в закрытом режиме; квартование и отбор проб; дробление в конусной дробилке; квартование и отбор керновых проб; истирание в дисковом истирателе; квартование и отбор проб (рис. 1).

Анализ вещественного состава проб проводился спектральным анализом на последовательном рентгеновском спектрометре SRS-3400 (немецкой фирмы «Bruker»).

В отличие от стандартной методики обработки проб данная схема не предусматривает применение шарового измельчения и ограничивается проведением ударного дробления при принудительном ограничении

верхней границы крупности 3 мм, что связано с возможным раскрытием самородных минералов металлов платиновой группы из рудной массы. Раздробленная проба сокращается на две части. Первая часть складировается для дальнейшей обработки по схеме обогащения. Вторая часть примерно 1000 г дробится в конусной инерционной дробилке КИД-100, затем раздробленный материал также сокращается на две части. Первая часть остается дубликатом и складировается. Вторая часть приблизительно 100 г истирается в дисковом измельчителе. Измельченный материал сокращается и отбирается по 2 г частных навесок



Рис. 1. Методика обработки проб

для спектрального анализа на содержание в керновой пробе минералов платиновой группы.

Данные спектрального анализа по бесстандартному методу на SRS-3400 показывали, что в пробах из платиновой группы качественно фиксируется наличие платины, палладия, рутения. Причем все эти элементы устойчиво определяются во всех пробах. Кроме того, из редких земель фиксируется наличие рения, цезия, стронция, селена, скандия. В некоторых пробах имеются следы урана. Золото зафиксировано не во всех пробах. Серебро редко проявляется.

При проведении исследований по обогащению использовались следующие оборудования: отсадочная машина МОД-0,2; концентрационный стол СКО-0,5; анализатор минералов британской фирмы «Ридчард Мозли».

Все объединенные технологические пробы предварительно классифицируются по классам крупности +0,5 мм и -0,5 мм.

Класс +0,5 мм направляется на дробление в лабораторной конусной дробилке, для контрольного грохочения по классу -0,5 мм, далее на гравитационное обогащение на концентрационном столе СКО-0,5 и анализаторе «Мозли».

Для выделения тяжелой фракции из концентратов СКО-0,5 и Мозли использовался способ разделения в тяжелой жидкости (бромформ СНBr₃).

Частные пробы для проведения технологических исследований на обогатимость объединялись по генетическому принципу:

ТП-I. Характеристика массива в целом;

ТП-II. Оруденение верхнего рудного слоя (четвертого) в пироксенит-плагноклазитовом макрорите;

ТП-III. Оруденение второго рудного слоя, приуроченного к горнб-

лендитовому слою пироксенит-плагноклазитовом макрорите в среднем горизонте;

ТП-IV. Оруденение второго рудного слоя, приуроченного к габбро-диоритовому слою в нижней части пироксенит-плагноклазитового макрорита среднего горизонта;

ТП-V. Оруденение первого рудного слоя, приуроченного к нижнему верлитовому макрориту среднего горизонта;

ТП-VI. Оруденение зоны контакта (надвига).

Объединенные пробы **ТП-I, ТП-II, ТП-III** обрабатывались единой технологической схемой, которая представлена на рис. 2.

Технологическая схема предусматривает фракционное выделение продуктов при обогащении:

- на концентрационном столе пяти продуктов: концентрата, два промпродукта, хвостов и шламов;

- при разделении в тяжелой среде (бромформе) четырех продуктов: ультраконцентрата, получаемого отмывкой основного концентрата, тяжелой фракции, промпродукта и легкой фракции.

Обработка объединенной пробы ТП-I

Оценка обогатимости проводится по степени концентрации платины численно равной отношению содержания в продукте разделения на содержание в исходной пробе. При качественном наблюдении, в концентрате СКО-0,5 зафиксированы тяжелые частицы, позже идентифицированные, как самородные частицы золота - 8 знаков.

По степени концентрации наблюдается повышение содержания платины во втором промпродукте (степень концентрации 1,16). В целом, в концентрате не наблюдается повышение

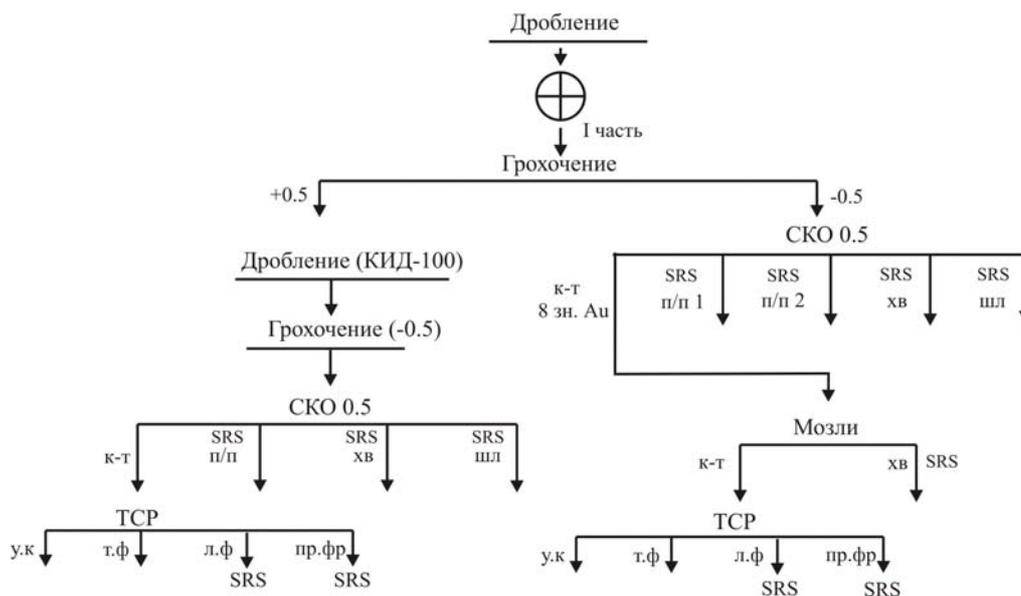


Рис. 2. Технологическая схема обработки проб ТП-I, ТП-II, ТП-III

содержания платины. По общему балансу повышение содержания платины наблюдается в хвостах 1,09 и даже в шламистых 1,03 продуктах гравитационного обогащения.

Обработка объединенной пробы ТП-II

По степени концентрации наблюдается повышение содержания платины в первом промпродукте (степень концентрации 1,41). В целом в концентрате не наблюдается повышение содержания платины. По общему балансу степень концентрации платины в общий гравикоцентрат составляет 1,32.

Обработка объединенной пробы ТП-III

По степени концентрации наблюдается повышение содержания платины в продуктах гравитационного обогащения мелких фракций -0,5 мм после ударного дробления. Степень концентрации в концентрате - 1,26, в первом промпродукте СКО - 1,09 и в хвостах стола - 1,06. В целом в

пробе в продуктах гравитационного обогащения не наблюдается значимая концентрация платины.

Обработка объединенной пробы ТП-IV

Технологическая схема обработки объединенной пробы ТП-IV представлена на рис. 3, и отличается от предыдущей схемы получением дополнительных продуктов разделения промпродукта концентрационного стола.

По степени концентрации практически не наблюдается концентрация в каких либо продуктах разделения. Повышение среднего содержания платины наблюдается в шламе СКО при обработке фракций -0,5 мм (степень концентрации 1,13). В концентрате СКО степень концентрации достигает 1,21. При этом повышение содержания платины связано с легкими продуктами разделения концентрата и промпродукта Мозли 1,2, 1,16, 1,23, и 1,19 соответственно. При этом платина больше концентри-

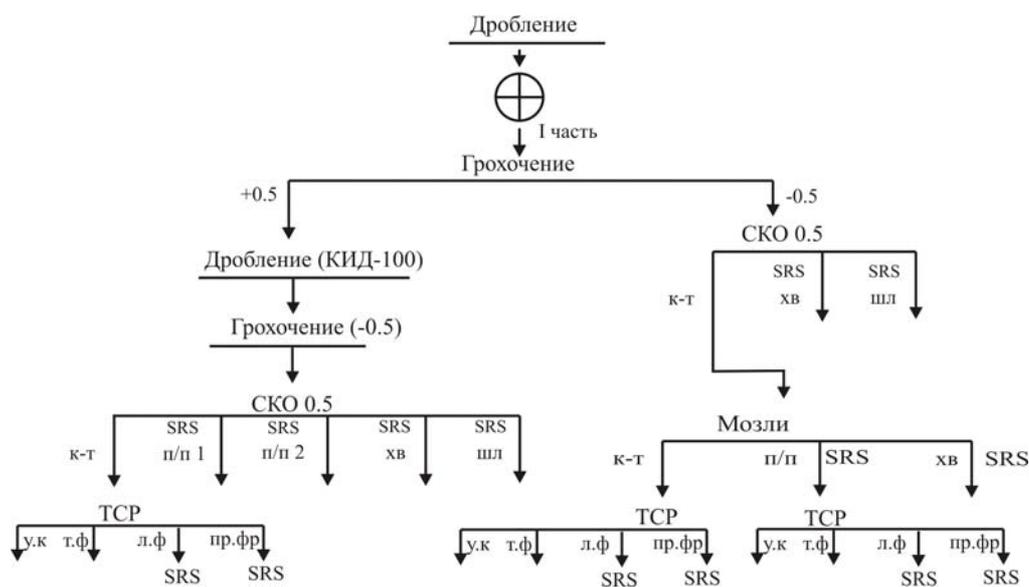


Рис. 3. Технологическая схема обработки проб TP-IV

руется в промпродукте Мозли 1,07, чем в его концентрате 1,12.

Обработка объединенной пробы TP-V

Технологическая схема обработки объединенной пробы **TP-V** представлена на рис. 4.

В отличие от схемы представленной на рис. 3, обогащение пробы класса +0,5 мм выполняется в отсадочной машине, а также класса - 0,5 мм на концентрационном столе.

Обработка объединенной пробы TP-VI

Технологическая схема обработки объединенной пробы **TP-VI** представлена на рис. 5. Схема отличается дополнительной обработкой концентрата стола на анализаторе Мозли с получением концентрата и промпродукта и хвостов. При этом концентрат и промпродукт разделяются на бромформе.

В данной пробе наблюдается концентрация платины в промпродукте СКО-0,5 - 1,24 и в шламах - 1,2, а в концентрате - 1,168.

Уровень выхода тяжелой фракции рассчитаны и представлены в табл. 1. Как видно из табл. 1 содержание выделенной в процессе обработки пробы тяжелой фракции, технологическое максимальное значение пробы составляет 0,4 %.

Таким образом, уровень выхода тяжелой фракции для четырех проб является максимальным и составляет 0,4 % от веса исходной руды, в остальных пробах выход меньше и достигает 0,03 % по минимуму.

Наиболее полному комплексному элементному анализу по методу фундаментальных параметров подвергались шлиховые материалы – промпродукты, хвосты СКО-0,5 и продукты разделения на анализаторе Мозли, всех объединенных проб.

Результаты комплексного спектрального анализа объединенной пробы TP-VI приведены в табл. 2, 3 в виде количественного элементного состава.

Элементный состав проб представлен наиболее значимыми, и прак-

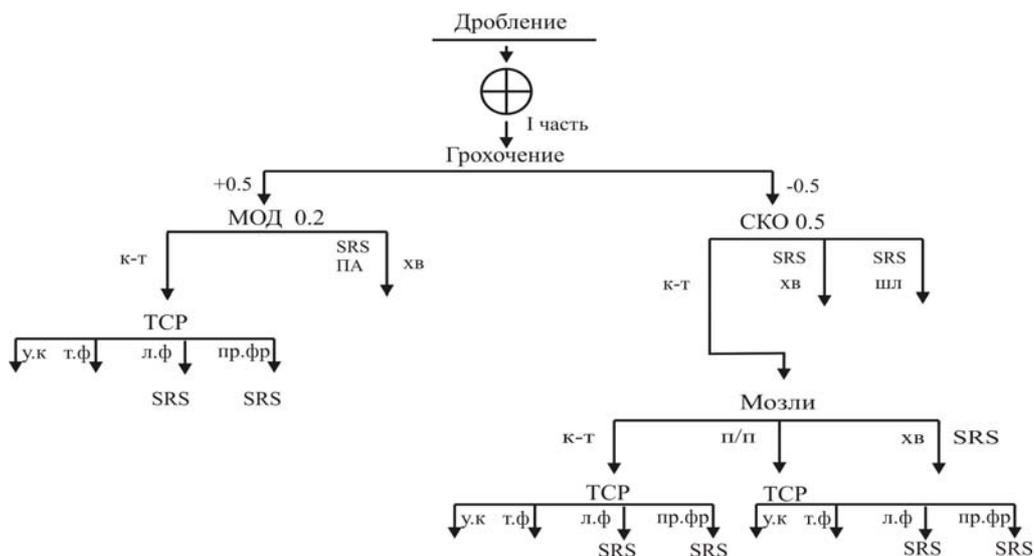


Рис. 4. Технологическая схема обработки проб ТП-V

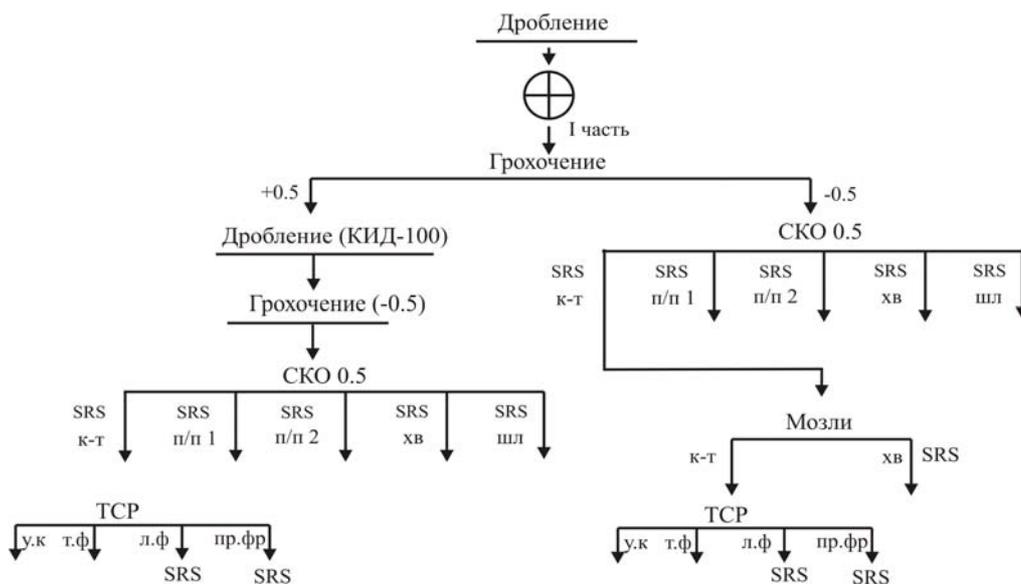


Рис. 5. Технологическая схема обработки проб ТП-VI

тически обнаруженными спектральным методом, элементами (в соответствии с чувствительностью прибора около 0,5 – 0,2 г/т (ppm)). Из табл. 2, 3 видно, что промпродукты концентрационного стола СКО-0,5 в основ-

ном представлены кремнием – 44,71 и 44,92 %, алюминием – 10,65 и 10,86 %. В хвостах СКО-0,5 кремний составляет 45,56 %, алюминий -10,44 %, в шламах кремния - 50,91 %, алюминия - 11,31 %.

Таблица 1
**Расчет содержания тяжелой фракции
 по результатам обработки проб**

Объединенные пробы	Вес пробы, г	Вес тяжелой фракции, г	Содержание, %
ТП – I	7715	4,69	0,06
ТП – I	6175	16,27	0,3
ТП – II	9150	28,99	0,3
ТП – II	7325	8,24	0,1
ТП – III	12450	47,47	0,4
ТП – III	13175	48,32	0,4
ТП – IV	9350	22,08	0,2
ТП – IV	7025	26,21	0,4
ТП – V	4550	1,68	0,4
ТП – V	5693	12,72	0,2
ТП – VI	8600	2,4	0,03
ТП – VI	8975	3,29	0,04

Таблица 2
**Результаты спектрального анализа
 продуктов разделения ТП-VI**

Элемент	Хвосты СКО-0,5 (3283 г), %	Шламы СКО-0,5 (340 г),%	Промпродукт-2 СКО-0,5 (730 г),%	Промпродукт-1 СКО-0,5 (690 г),%
Na	2,831	2,831	2,939	2,912
Mg	1,428	1,708	1,675	2,919
Al	10,449	11,318	10,657	10,864
Si	45,568	50,916	44,712	44,926
P	0,321	0,390	0,252	0,321
Cl	0,120	0,140	0,140	0,180
K	1,506	1,891	1,446	1,397
Ca	1,567	2,602	2,211	3,960
Ti	0,255	0,447	0,325	0,579
Mn	0,021	0,046	0,030	0,068
Fe	0,187	0,183	0,142	0,299
Ni	0,002	0,003	0,002	0,003
Cu	0,005	0,008	0,006	0,008
Zn	0,003	0,006	0,004	0,004
As	0,000	0,000	0,000	0,000
Sr	0,000	0,004	0,001	0,000
Zr	0,000	0,002	0,000	0,000
Sb	0,000	0,000	0,000	0,000
Au	0,021	0,021	0,021	0,021
Pb	0,000	0,000	0,000	0,000
Всего	64,28	72,52	64,56	68,46

Таблица 3

Результаты спектрального анализа продуктов разделения ТП-VI

Элемент	Хвосты СКО-0,5 (3600 г), %	Шламы СКО-0,5 (390 г), %	Промпродукт- 2 СКО-0,5 (810 г), %	Промпродукт-1 СКО-0,5 (805 г),%
1	2	3	4	5
Na	2,642	2,602	2,548	2,251
Mg	1,924	2,587	2,885	5,273
Al	12,433	11,828	11,771	9,636
Si	49,205	50,702	46,637	41,075
P	0,390	0,458	0,367	0,458
Cl	0,160	0,140	0,190	0,250
K	2,144	2,096	1,795	1,072
Ca	2,924	4,617	4,533	6,842
Ti	0,484	0,776	0,652	1,113
Mn	0,048	0,117	0,091	0,168
Fe	0,142	0,281	0,187	0,561
Ni	0,003	0,006	0,004	0,004
Cu	0,008	0,017	0,013	0,015
Zn	0,006	0,015	0,008	0,010
As	0,000	0,000	0,000	0,000
Sr	0,003	0,010	0,004	0,002
Zr	0,003	0,011	0,004	0,003
Sb	0,000	0,000	0,000	0,000
Au	0,021	0,021	0,021	0,021
Pb	0,000	0,000	0,000	0,000
Всего	72,54	76,28	71,71	68,75

Таким образом, в результате проведения первого этапа экспериментальных работ установлено, что:

- в пробах и продуктах гравитационного обогащения спектральным методом качественно определяются следующие металлы платиновой группы: платины, палладия, рутения. Кроме того, из редких земель установлено наличие рения, цезия, стронция, селена, скандия.

- самородные минералы металлов платиновой группы гравитационными

методами обогащения не выделяются;

- прослеживается связь металлов платиновой группы с легкими сульфидными минералами пирита, халькопирита, сфалерита в хвостах и промпродуктах гравитационного обогащения.

Второй этап работ предполагает проведение исследований по флотации сульфидов на предмет концентрации металлов платиновой группы во флотационные концентраты. ■■■■

Коротко об авторах

Матвеев А.И. – доктор технических наук, ст. научный сотрудник,

Лебедев И.Ф. – научный сотрудник,

Монастырев А.М. –

Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского СО РАН.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 22 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.М. Авдохин*.