

Х. Ахмедов, Ж.М. Бекпулатов

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОДНОЙ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Установлено, что для обеспечения максимально возможного извлечения благородных металлов из руды необходимо проводить сорбционное цианирование в определенном режиме, представленном в статье. Выполнены флотационные опыты исходной руды и хвостов с применением традиционных и местных флотореагентов.

Ключевые слова: золотосодержащие минералы, руда, золото, выделение серицита и хлорита.

Технологическая проба перед испытаниями была подготовлена по стандартной методике. Вещественный состав пробы изучался при помощи химического, рационального и минералогического анализов. Руда содержала (в %): SiO_2 – 60,5; Fe_2O_3 – 6,08; FeO – 1,23; TiO_2 – 1,03; MnO – 0,11; Al_2O_3 – 15,93; CaO – 1,72; MgO – 1,6; K_2O – 3,76; Na_2O – 2,66; P_2O_5 – 0,16; CO_2 – 0,77; $\text{S}_{\text{общ}}$ – 0,36; SO_3 – 0,89; H_2O – 0,83; п.п.п. – 4,4; Au – 6,5 у.е.; Ag – 4,0 у.е.; $\text{S}_{\text{с-д}}$ – 0,1

Согласно результатам рационального анализа руды на золото и серебро установлено: золото в пробе на 93,4% представлено цианируемыми формами, серебро – на 61,1%. Значительная часть серебра (11,1%) высвобождается после солянокислотной обработки. С сульфидами (в основном с пиритом) связано 3,9% золота и 16,7% серебра. С породообразующими минералами связано 2,5% золота и 11,1% серебра.

Основным ценным компонентом пробы является золото, которое связано в основном с оксидами и гидроксидами железа и мышьяка. Возможно, первичными золотосодержащими минералами были пирит и арсенопирит.

Основная часть золота находится в ультрадисперсном состоянии. Небольшая часть золота относится к мелкому классу, име-

ют пластинчатую, неправильную, вытянутую форму с дырчатой, губчатой структурой. Их размер не превышает 0,1–0,5 мм.

Главными гипергенными рудными минералами являются гетит и гидрогетит. Основными нерудными минералами являются кварц, серицит и хлориты.

Большое содержание чешуйчатых выделений серицита и хлорита, а также заполнение ими пор дырчатых, сконцентрированных золотин мешает обогащению проб руды.

На рис. 1 приведена схема гравитационного обогащения проб руды. В табл. 1 приведены результаты опытов гравитационного обогащения руды различной крупности.

Данные приведенные в табл. 1 свидетельствуют о том, что руда более эффективно обогащается на концентрационном столе при крупности измельчения $-0,315 + 0$ мм. При этом в гравиконцентрат, содержащий 93,92 у.е. золота и 40,1 у.е. серебра извлекается 13,6 и 7,93% металлов соответственно.

Выполнены флотационные опыты исходной руды и хвостов с применением традиционных и местных флотореагентов. Результаты опытов по извлечению золота во флотоконцентраты сравнительно низкое, особенно при обогащении хвостов гравитации 47,83–50,16%. Содержание в концентратах золота вполне удовлетворяют техническим условиям.

Опыт по цианированию проводили на руде и на продуктах обогащения. Цианирование осуществлялось на бутылочном агитаторе для открытых стеклянок конструкции ИРГИРЕДМЕТа, по схеме представленной на рис. 2. Опыты проводили по стандартной методике. Навеску материала 200 г перемешивали с цианистым раствором с добавлением защитной щелочи. Содер-

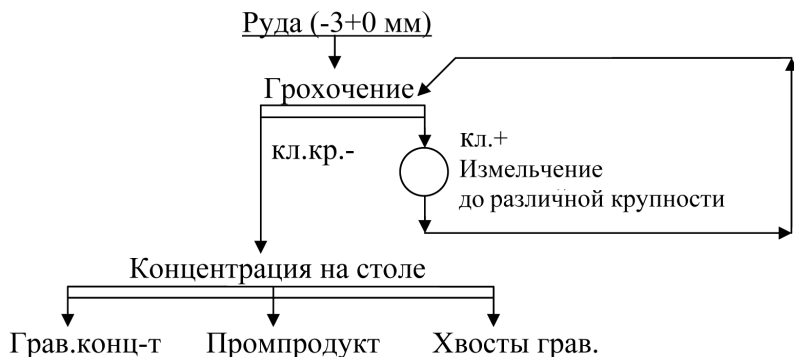


Рис. 1. Схема гравитационного обогащения проб руды

Таблица 1

Результаты опытов гравитационного обогащения руды различной крупности

| Продукты обогащения | Выход, % | Содержание, у.е. | | Извлечение, % | | Крупность помола, мм |
|---------------------|----------|------------------|------|---------------|-------|----------------------|
| | | Au | Ag | Au | Ag | |
| 1 | 2 | 3 | | 4 | | 5 |
| Гравиконцентрат | 1,25 | 57,3 | 27,1 | 10,82 | 8,63 | -1+0 |
| Промпродукт | 43,65 | 7,22 | 4,08 | 47,62 | 45,45 | |
| Хвосты грав. | 55,1 | 5,0 | 2,96 | 41,65 | 45,90 | |
| Руда | 100,0 | 6,62 | 3,92 | 100,0 | 100,0 | |
| Гравиконцентрат | 1,45 | 54,2 | 31,7 | 13,98 | 11,56 | -0,5+0 |
| Промпродукт | 24,0 | 7,08 | 4,03 | 30,23 | 24,38 | |
| 1 | 2 | 3 | | 4 | | 5 |
| Хвосты грав. | 74,53 | 4,2 | 3,43 | 55,79 | 64,14 | |
| Руда | 100,0 | 5,62 | 3,98 | 100,0 | 100,0 | |
| Гравиконцентрат | 0,85 | 93,92 | 40,1 | 13,6 | 7,93 | -0,315+0 |
| Промпродукт | 27,28 | 7,21 | 4,2 | 33,52 | 26,63 | |
| Хвосты грав. | 71,87 | 4,3 | 3,9 | 52,88 | 65,44 | |
| Руда | 100,0 | 5,87 | 4,3 | 100,0 | 100,0 | |
| Гравиконцентрат | 1,18 | 71,95 | 21,3 | 13,74 | 7,14 | -0,15+0 |
| Промпродукт | 16,54 | 9,04 | 3,02 | 22,05 | 14,21 | |
| Хвосты грав. | 82,28 | 5,29 | 2,5 | 64,21 | 58,65 | |
| Руда | 100,0 | 6,78 | 3,52 | 100,0 | 100,0 | |

жание благородных металлов в продуктах определялось химическим методом с помощью атомно-абсорбционного спектрометра «Перкин-Элмер».

Цианированию подвергали руды различной крупности с содержанием в ней: золота – 6,5 у.е., серебра – 4,0 у.е. Крупность руды составляла -3+0 мм и 0,1+0 мм.

Концентрация цианистого натрия варьировалась в пределах от 0,06 до 0,1%, продолжительность выщелачивания 24 ч.

Постоянными параметрами были приняты: навеска – 200 г, отношение Ж:Т = 2:1 и концентрация защитной щелочи – 0,02%. Результаты опытов приведены в табл. 2.

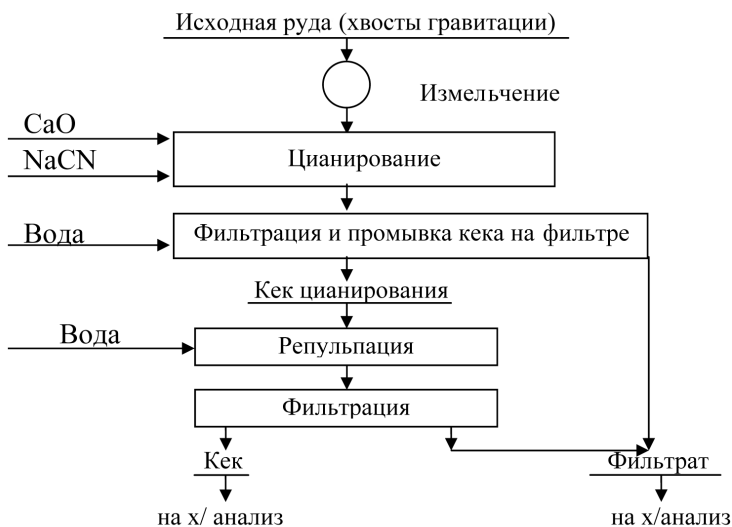


Рис. 2. Схема цианирования

На основании результатов проведенных опытов установлено, что для обеспечения максимально возможного извлечения благородных металлов из руды необходимо проводить цианирование в следующем режиме:

Таблица 2

Результаты цианирования руды

| Наименование продуктов | Содержание, у.е. | | Извлечение, % | | Условия опытов | |
|---------------------------------------|------------------|------|---------------|-------|----------------|----------|
| | Au | Ag | Au | Ag | CNaCN, % | время, ч |
| Класс крупности руды -3 ++ мм | | | | | | |
| Исходная руда | 6,5 | 4,0 | 100,0 | 100,0 | | |
| Хвосты цианирования | 0,94 | 3,06 | 25,5 | 23,5 | 0,1 | 24 |
| | 1,79 | 3,3 | 72,4 | 17,6 | 0,08 | 24 |
| | 2,14 | 3,3 | 67,1 | 17,6 | 0,06 | 24 |
| Класс крупности руды -0,1+0 мм | | | | | | |
| Исходная руда | 6,4 | 3,8 | 100,0 | 100,0 | | |
| Хвосты цианирования | 0,39 | 2,14 | 93,9 | 43,7 | 0,1 | 24 |
| | 0,42 | 2,14 | 93,4 | 43,7 | 0,08 | 24 |
| | 0,54 | 2,14 | 91,6 | 43,7 | 0,06 | 24 |

- крупность измельчения 85% на $-0,074 + 0$ мм (0,1 мм);
- отношение Ж:Т = 2:1;
- концентрация защитной щелочи – 0,02% (по CaO);
- концентрация цианистого натрия – 0,1%;
- продолжительность выщелачивания – 24 ч.

При цианировании руды выше указанных условиях в цианистый раствор от операции извлекается золото 93,4%, серебро – 43,7%. Содержание в кеках цианирования Au – 0,39–0,54 у.е., Ag – 2,14 у.е.

В табл. 3 приведены результаты цианирования хвостов гравитации, измельченные до 85% кл $-0,074 + 0$ мм, Содержание золота в них 5,12 у.е., серебра – 4 у.е. В опытах по цианированию хвостов гравитации поддерживались постоянными: концентрация защитной щелочи -0,02% и отношение Ж:Т = 2:1, варьировались концентрация цианистого натрия от 0,04 до 0,08%, продолжительность выщелачивания 24 ч.

На основании полученных данных выбран оптимальный вариант: концентрация цианистого натрия – 0,08%, продолжительность выщелачивания 24 ч.

Таким образом при цианировании хвостов гравитации в оптимальных условиях в раствор извлекается от операции Au – 89,3%, Ag – 45,8%.

В кеках цианирования хвостов гравитации остается Au – 0,55 у.е., Ag – 2,17 у.е.

Сорбционному цианированию подвергалась руда крупностью 85% кл. $-0,074 + 0$ мм ($-0,1$ мм). Загрузка смолы Ам-2Б составила 2% от объема пульпы.

Концентрация цианида была принята 0,04 и 0,06%, продолжительность цианирования 12 и 18 ч. Остальные условия сохранились такими же, как и при иловом процессе.

Таблица 3

Результаты опытов цианирования хвостов гравитации

| Наименование про-дуктов | Содержание, у.е. | | Извлечение, % | | Условия опытов | |
|---|------------------|------|---------------|-------|----------------|----------|
| | Au | Ag | Au | Ag | CNaCN,% | время, ч |
| Крупность измельчения 85% кл $-0,074+0$ мм (0,1 мм) | | | | | | |
| Исходный материал | 5,12 | 4,0 | 100,0 | 100,0 | | |
| Хвосты цианирования | 0,55 | 2,17 | 89,3 | 45,8 | 0,08 | 24 |
| | 0,64 | 2,26 | 87,5 | 43,4 | 0,06 | 24 |
| | 0,74 | 2,29 | 85,6 | 42,8 | 0,04 | 24 |

Таблица 4

Сорбционное цианирование проб руды

| Наименование продуктов | Содержание, у.е. | | Извлечение, % | | Условия опытов | |
|---|------------------|------|---------------|-------|----------------|----------|
| | Au | Ag | Au | Ag | CNaCN, % | время, ч |
| Крупность измельчения 85% кл -0,074+0 мм (-0,1 мм) | | | | | | |
| Исходный материал | 6,5 | 4,0 | 100,0 | 100,0 | | |
| Хвосты сорбционного цианирования | 0,37 | 2,11 | 94,27 | 47,37 | 0,06 | 12 |
| | 0,49 | 2,53 | 92,47 | 36,84 | 0,04 | 12 |
| | 0,28 | 1,89 | 95,7 | 52,63 | 0,06 | 18 |
| | 0,28 | 1,89 | 95,7 | 52,63 | 0,04 | 18 |

Результаты сорбционного цианирования руды приведены в табл. 4.

На основании результатов проведенных опытов установлено, что для обеспечения максимально возможного извлечения благородных металлов из руды необходимо проводить сорбционное цианирование в следующем режиме:

- крупность измельчения 85% кл -0,074 + 0 мм (-0,1 мм);
- отношение Ж:Т = 2:1;
- концентрация защитной щелочи – 0,02% (по CaO);
- концентрация цианистого натрия – 0,04%;
- время предварительного выщелачивания – 4 ч;
- время сорбционного выщелачивания – 14 ч.

Загрузка смолы Ам-2Б-2% от объема пульпы при сорбционном цианировании руды в выше указанном режиме в цианистый раствор и на смолу извлекается золота 95,7%, серебра – 52,63%.

Содержание в кеках цианирования золота 0,28 у.е., серебра – 1,89 у.е.

Расход извести (по CaO) составит 1,5 кг/т и NaCN-0,4 кг/т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зеленов В. И.* Методика исследования золотосодержащих руд. – М.: Недра, 1973. **ПАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Ахмедов Хамид*¹ – кандидат технических наук, доцент,
*Бекпулатов Жавлон Мустафакулиевич*¹ – ассистент кафедры,

¹ Ташкентский государственный технический университет
им. А.Р. Беруни, Узбекистан,
e-mail: tstu_info@mail.ru.

UDC 622.7;
622.342
(575.1)

Kh. Akhmedov, Zh.M. Bekpulatov
TECHNOLOGICAL STUDY DATA
ON A GOLD ORE DEPOSIT
IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

It has been established that to ensure the maximum possible recovery of precious metals from ore necessary to conduct sorption cyanidation in a certain mode, presented in the article. Submitted flotation tests of the original ore and tailings using traditional and local flotation reagents.

Key words: gold-bearing minerals, ore, gold, allocation of sericite and chlorite

AUTHORS

*Akhmedov Kh.*¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
*Bekpulatov Zh.M.*¹, Assistant of Chair,
Tashkent State Technical University named after A.R.Beruni,
100095, Tashkent, Uzbekistan, e-mail: tstu_info@mail.ru.

REFERENCES

1. Zelenov V. I. *Metodika issledovaniya zolotosoderzhashchikh rud* (Research methodology for gold ore), Moscow, Nedra, 1973.



**ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-
АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)**

КАМЧАТКА-3

Коллектив авторов

Представлены новые результаты исследований в области металлогении никелевых провинций Дальнего Востока, геобиотехнологии переработки сульфидных медно-никелевых руд, извлечения и использования ценных компонентов из гидротермальных растворов современных геотермальных систем, а также технологии комплексного освоения геотермальных ресурсов Камчатского края. Освещены геологические, геофизические, геотехнологические и энергетические аспекты использования тепловых и минеральных ресурсов близповерхностных очагов магматогенных геотермальных систем.

Ключевые слова: металлогения, Дальний Восток, минеральные ресурсы, тепловые ресурсы, медно-никелевые руды.

КАМЧАТКА-3

The team of authors

Presents the results of new research in the field of metallogeny Nickel provinces of the Far East, geobiologie processing of sulphide copper-Nickel ores, the extraction and use of valuable components of hydrothermal solutions modern geothermal systems, and technology integrated development of the geothermal resources of Kamchatka Krai. Lighted geological, geophysical, geotechnical and energy aspects of the use of thermal and mineral resources subsurface foci of magmatic geothermal systems.

Key words: metallogeny, Far East, mineral resources, thermal resources, copper and Nickel ore.