

УДК 622.7: 622.343(575.11)

ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА УПОРНОЙ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АМАНТАЙТАУ

Исоқов М.У., Хамидуллаев Б.Н., Нурмухамедов И.С.

Университет геологических наук, ГУ «Институт минеральных ресурсов»

Золото является высоколиквидным и, одновременно, дефицитным активом, который используется и как товар, и как инвестиционный ресурс. Как товар, золото приобретает на рынках в качестве предмета роскоши. Как инвестиционный ресурс оно используется во многих странах в качестве запаса в золотовалютном резерве.

В течение последних двух-трех десятилетий неуклонно уменьшается доля золота, извлекаемого из простых в технологическом отношении золотых руд, успешная переработка которых возможна по традиционным методам. Одновременно возрастает доля золота, извлекаемого из таких руд, эффективная обработка которых требует значительно более сложных и развитых схем, включающих операции гравитационного обогащения, флотации, обжига, плавки, выщелачивания и т. д. Золотосодержащие руды и концентраты, обработка которых в обычных условиях цианистого процесса не обеспечивает достаточно высокого извлечения золота или сопровождается повышенными затратами на отдельные технологические операции, называются упорными.

Изучение вещественного состава золотосодержащих руд включает определение количественного, химического и минерального состава, определение форм проявления золота и других ценных компонентов, текстурных и структурных характеристик руды, гранулометрического состава и соотношения между свободными зернами и сростками минералов при различной крупности руды, определение и уточнение некоторых физических свойств минералов и их агрегатов, а также изучение состояния поверхности минералов.

Целью данной работы является изучение вещественного состава с проведением тестовых испытаний по обогащению руды для выдачи соответствующих рекомендаций для дальнейшей ее переработки.

Объектом исследований является технологическая проба упорной золотосодержащей руды месторождения Амантайтау.

Перед дроблением из исходной руды отобраны штучные образцы для проведения минералогических исследований. Для определения вещественного состава из исходных проб также отбиралась средняя проба для проведения спектрального, химического, рационального анализа на золото и серебро, минералогического и других видов лабораторного анализа.

Результаты полного химического анализа исследуемой пробы руды, показали, что преобладающую часть руды составляют: SiO_2 -63,94%, Al_2O_3 -13,364%, $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{общ}}$ -7,801%. Содержание основных ценных компонентов в пробе руды составляет: Au-1,51 у.е., Ag-1,08 у.е.. В качестве вредных примесей в составе руды определены: As-0,1% и $\text{C}_{\text{орг}}$ -0,95%.

Также проведен пробирный анализ для определения содержания золота и серебра в составе пробы исследуемой руды, результаты которого соответствуют и подтверждают результаты химического анализа.

По результатам рационального анализа на золото определено, что основное количество золота в руде находится в ассоциации и сульфидным минералами (пиритом и арсенопиритом), а также значительное количество золота связано с углистым веществом.

Также определены гранулометрические характеристики пробы руды. Для определения распределения основных ценных компонентов по классам крупности исходная проба руды, дробленная до класса крупности -3+0 мм подвергалась ситовому анализу, согласно результатам которого, наблюдается незначительное повышение содержания золота и серебра в мелких классах крупности.

Для изучения минерального состава пробы золотосодержащей руды проведен минералогический анализ в лаборатории технологической минералогии ГУ «ИМР».

Из образцов были изготовлены прозрачные и полированные шлифы, из концентратов тяжелой фракции проб – брикеты. Их микроскопические особенности – состав, структура, текстура руд, пород, а также отдельные пороодообразующие и рудные минералы были изучены под микроскопом Nikon ECLIPSE LV 100N POL, с увеличением от 40 до 1000 раз. Исследования также проводились с использованием электронного микрозонда и сканирующего электронного микроскопа.

Самородное золото в образцах диспергировано преимущественно с пиритом, арсенопиритом, углеродистым веществом. В них золото встречается в трех значениях пробности - высокопробное, умеренно высокопробное и относительно низкопробное. По результатам сканирующего электронного микроскопа пробнус чистого золота составляет от 539‰ до 937‰ (табл.1). Формы золотинок часто коротко призматические, дугообразные, игольчатые, округленные, прожилковые и фигурные. Размер зерен колеблется от 0,001мм до 0,004мм.

Таблица 1

Результаты электронно-микросондового анализа проб

| Минералы | Элементный состав, % | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | Самородные минералы | | | | | | | |
| | № | Fe | Au | Ag | Cu | S | | |
| Электрум в пирите | 10-1 | 3.04 | 74.73 | 22.23 | | | | |
| | 10-5 | 4.26 | 63.61 | 32.18 | 0.04 | | | |
| Золото в пирите | | 4.43 | 89.10 | 2.62 | | 3.86 | | |
| | | 3.81 | 90.60 | 3.14 | | 2.45 | | |
| | | | 93.78 | 6.22 | | | | |
| | | 5.45 | 88.00 | 2.13 | | 4.43 | | |
| Сульфидные минералы | | | | | | | | |
| | | Fe | S | Co | Cu | Ni | As | Sb |
| Пирит | 10-2 | 46.03 | 51.08 | 0.33 | | 0.13 | 2.42 | |
| | 10-3 | 46.99 | 52.68 | 0.22 | | 0.07 | 0.0 | |
| | 10-4 | 46.67 | 53.17 | 0.16 | | 0.01 | 0.01 | |
| | Ай-15-1 | 44.97 | 54.86 | 0.19 | | 0.06 | 0.08 | |
| | Ай-15-2 | 45.72 | 53.98 | 0.21 | | 0.09 | | |
| | | Fe | S | Ag | Cu | Sb | Zn | |
| Антимонит | 10-6 | 9.66 | 32.31 | 0.13 | 0.03 | 57.94 | | |
| Тетраэдрит | 10-7 | 6.87 | 25.38 | 0.45 | 36.43 | 28.27 | 1.33 | |
| | | 8.53 | 25.77 | | 37.29 | 25.17 | 3.44 | |
| | | Fe | S | Co | Cu | Ni | As | Sb |
| Арсенопирит | 10-8 | 35.13 | 20.74 | 0.03 | | 0.38 | 43.47 | 0.26 |
| | | 36.19 | 21.49 | | | | 42.32 | |
| | | Fe | S | Zn | Cu | Cd | | |
| Сфалерит | 10-9 | 4.54 | 34.82 | 60.62 | 0.15 | 0.13 | | |

В результате парагенетического анализа минералов, т.е. анализа особенностей их совместного встречаемости и количественного распределения, выделены следующие продуктивные парагенезисы: золото-пиритовый; золото-пирит-арсенопирит-халькопиритовый и золото-серебро-кварц-слюдистый.

Основным рудным минералом является пирит. Вместе с пиритом встречаются самородное золото, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, анкерит, сульфасоли и др. минералы.

Основные рудные минералы - самородные золото, электрум, серебро, пирит, арсенопирит, антимонит, халькопирит, сфалерит, тетраэдрит, борнит, галенит и ковеллин; нерудные минералы - кварц, плагиоклаз, мусковит, биотит, хлорит и карбонаты (кальцит, анкерит, доломит), акцессорные минералы - апатит, барит, целестин, магнетит, циркон, рутил, ильменит, корунд, ксенотим и монацит.

В результате изучения вещественного состава проба руды определено, что для дальнейшей переработки с учетом упорности руды необходимо применение тонкого измельчения. Также для обогащения данной руды рекомендуется применение метода флотации, возможно отдельное выделение углистого и сульфидного концентратов с дальнейшей их гидро- или пирометаллургической переработкой перед операцией сорбционного цианирования.

В отделе геоинновационных технологий по комплексной переработке минерального сырья на базе Алмалыкского опытно-экспериментального технологического центра ГУ «ИМР» проведен первый этап исследований по изучению технологических свойств пробы руды.

Для обогащения пробы руды применены гравитационного и флотационного обогащения.

Гравитационное обогащение руды проводилось на лабораторном концентрационном столе марки 30КС и центробежном концентраторе марки Falcon L40.

На основании результатов проведенных опытов по гравитационному обогащению, можно сделать вывод, что применение данного метода к изучаемому типу руды является нецелесообразным в связи с получением некондиционных концентратов по содержанию благородных металлов и недостаточно высоким извлечением золота и серебра, что можно объяснить тонкодисперсным характером благородных металлов.

Проведены опыты по флотационному обогащению руды, которые проводились на лабораторных пневмомеханических флотационных машинах по схеме, включающей одну основную и две контрольные операции флотации (рис.1). Опыты проводились с использованием кальцинированной соды в качестве регулятора среды, медного купороса и сернистого натрия в качестве модификаторов процесса, бутилового ксантогената калия в качестве основного собирателя и оксаля Т-92 в качестве основного пенообразователя.

СХЕМА ФЛОТАЦИИ РУДЫ



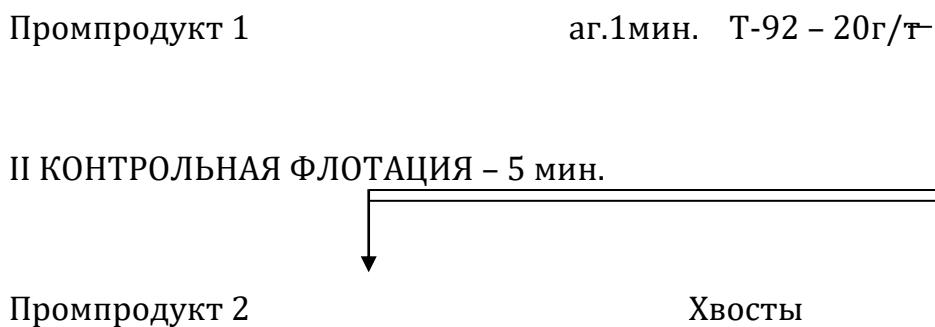


Рис.1

При обогащении пробы руды месторождения Амантайтау по вышеуказанной схеме получены флотационные концентраты с высоким выходом флотационных концентратов. Данному явлению способствовал специфический минеральный состав руды с высоким содержанием углистых, глинистых и слюдяных минералов, которые легко переизмельчаются, из-за чего повышаются их флотационные свойства, переходят в пенный продукт и разубоживают его, что отрицательно влияет на показатели флотационного обогащения руды.

С целью снижения содержания золота в хвостах флотации, а также повышения качества концентрата во втором этапе исследований будут проведены следующие испытания:

-применение реагентов-депрессоров (КМЦ, жидкое стекло) для минералов пустой породы с целью подавления флотационных свойств породобразующих минералов (хлоридов, слюд, глинистых минералов и др.);

-применение реагентов-собирателей для извлечения углистого вещества в голове процесса в отдельный концентрат;

-применение новых модифицированных типов флотационных реагентов;

-включение дополнительных стадий контрольной и перечистой операций флотации.

На основании проведенных исследований будет разработана оптимальная схема флотационного обогащения, изучена возможность выделения отдельного углистого и сульфидного концентратов с разработкой рекомендаций для дальнейшей обработки концентратов пиро- и гидрометаллургическими методами перед цианированием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зеленов В.И. Методика исследования золотосодержащих руд. М., Недра, 1978, 301с.
2. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Том II. Технология обогащения полезных ископаемых. М., 2004.
3. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. М., Недра, 1984, 383с.
4. Цыпин, Е. Ф. Предварительная концентрация руд. Учебное пособие. Екатеринбургский горный институт, 1991.
5. Меретуков М.А. Золото и природное углистое вещество. М., Изд. дом «Руда и Металлы. - 2007. - 528 с.