ОБЗОР И КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Орозова Г.Т., Кожонов А.К.

ИГДуГТ, Бишкек, Кыргызстан, ekr.info@gmail.com

***Аннотация:** Приведены результаты обзора и классификации промышленных отходов и отвалов горнодобывающих предприятий Кыргызской Республики по признаку возможности вовлечения в переработку техногенного материала с целью вторичного извлечения полезных компонентов.*

***Ключевые слова:** сульфидный минерал пирротин, арсенопирит, сфалерит, марказит, халькопирит, галенит, хвостохранилище.*

OVERVIEW AND CLASSIFICATION OF INDUSTRIAL WASTE ORE DEPOSITS OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Orozoza G.T., Kozhonov A.K.

Institute of mining and mining technologies named after, Bishkek, Kyrgyzstan

***Abstract:** Results of the review and classification of industrial wastes and dumps of the mining enterprises of the Kyrgyz Republic on the basis of possibility of involvement in processing of technogenic material for the purpose of secondary extraction of useful components.*

***Key words:** the sulphide mineral pyrrhotite, arsenopyrite, sphalerite, marcasite, chalcopyrite, Galena, the tailings storage facility.*

В современных экономических условиях возрастает необходимость к вовлечению в переработку техногенное сырьё, которое представлено в виде лежалых хвостов обогатительных и золотоизвлекательных комплексов, а также породных отвалов предприятий, в которых содержатся полезные ископаемые. Согласно существующему Государственному кадастру отходов горнорудной промышленности Кыргызской Республики [1], на территории Кыргызстана расположено 92 объекта с токсичными и радиоактивными отходами горнорудного производства. В ведении МЧС находятся 58 объектов, в том числе 33 хвостохранилища и 25 горных отвалов с общим объемом отходов 11,7 млн кубометров. К радиоактивным относятся 28 объектов, к токсичным - 5. Остальные объекты находятся на балансах предприятий [2].

Из 92 объектов с токсичными и радиоактивными отходами горнорудного производства всего 8 объектов являются отходами либо отвалами деятельности обогатительных и золотоизвлекательных комбинатов, в которых содержатся полезные ископаемые, в частности – золото, серебро, медь. К настоящему списку относятся:

- Хвостохранилище Терек-Сайское (старое);
- Хвостохранилище Терек-Сайское (действующее);
- Хвостохранилище Терек-Сайское (временное);
- Хвостохранилище Макмал (действующее);
- Хвостохранилище рудника Солтон-Сары (действующее);
- Хвостохранилище месторождения Кумтор (действующее);
- Хвостохранилище месторождения Иштамберды (действующее);
- Древние отвалы месторождения Куру-Тегерек.

Месторождение «Макмал» расположено на территории Тогуз-Гороуского района Джалал-Абадской области Кыргызской Республики, в юго-западной части гор «Чаар-Таш», являющихся западным окончанием хребта «Ак-Шыйрак», районный центр поселок Казарман.

Абсолютные отметки месторождения «Макмал» в пределах 2350-2800 метров, комбината «Макмалзолото» 1500 метров, поселка Казарман 1200 метров над уровнем моря. Действующее хвостохранилище «Макмал» было построено по проекту института «Гиналмаззолото» и введено в эксплуатацию в 1986г. По состоянию на 1 января 2013 года на хвостохранилище «Макмал» заскладировано 11486,0 тыс. тонн хвостов с содержанием 0,6г/т. Носителями золота в руде являются: кварц - 60% от общего количества металла, волластонит - 29,1%, пирит-5,3%, остальные в сростках с пирротинном, арсенопиритом, кальцитом и окислами железа.

Рудный комплекс состоит из сульфидов, гидроокислов железа и золота. Суммарное содержание сульфидов в руде от 1 до 5%, основной сульфидный минерал - пирит. Менее распространены пирротин, арсенопирит, сфалерит, марказит, халькопирит, галенит и др.

Хвосты месторождения «Макмал» представлены в виде тонкоизмельченных кеков сорбционного выщелачивания. Руды перерабатываются по следующей технологической схеме: измельченная руда в виде пульпы проходит через отсадочную машину. Концентраты отсадки направляются на перемешку в концентраторах Нельсона, а хвосты гравитации на доизмельчение. Концентрат гравитации подвергается агитационному выщелачиванию, жидкие продукты выщелачивания поступают на стадию сорбции, а хвосты агитационного выщелачивания направляются на цианирование. Сгущенный измельченный продукт подвергается сорбционному цианированию на ионообменных смолах, а продуктивные растворы направляются на электролитическое отделение.

Кроме хвостохранилища «Макмал», на участке открытых горных работ рудника «Макмал» заскладировано около 20,0 млн. тонн техногенных потенциально рудосодержащих отвалов, заскладированных за время отработки карьерных запасов руды.

Золоторудное месторождение Кумтор расположено на склоне хребта Акшийрак внутреннего Тянь-Шаня на высоте 4000-4400 м над уровнем моря.

Руды месторождения, в основном, неравномерно-зернистые и характеризуются прожилково-вкрапленными и вкрапленными, (густовкрапленными до сгустковых, пятнистых и массивных), ориентированными и неравномерно-вкрапленными, а также брекчевидными и брекчированными текстурами.

Месторождение представлено тремя типами руд – малоуглеродистой, углеродистой, и окисленной. Малоуглеродистые руды характеризуются незначительным содержанием углеродистых компонентов и способностью к легкому обогащению при использовании цианирования в режиме «уголь в пульпе». Извлечение золота из данного типа руд составляет более 80%.

Второй тип представлен мягкой углеродсодержащей рудой с высокими свойствами эффекта «прег-роббинга». Углеродистые включения снижают показатели флотации, поскольку сорбируют флотационные реагенты. Извлечение золота при переработке руд данного типа очень низкое (от 40 до 60%) [3]. Извлечение золота в флотоконцентрат составляет 88-91 %. Операционное извлечение золота на участках цианирования концентрата и флотационных хвостов равно 88 –90 % и 25-30 % соответственно, а содержание конечных хвостов 0,81 г/т. Сквозное извлечение золота равно 83,3%. Анализ потерь золота в хвостах ЗИФ показывает, что основные потери связаны с тонкой вкрапленностью золота в сульфидах и породе (60-70 %), а также сорбцией золота активным углистым веществом (5-10 %).

Хвосты представляют собой песчаные и илистые отложения (42% песок, 53% ил, 5% глинистый материал). Илистые отложения хвостов содержат до 15% сульфидов от

их общего объема. Помимо химических веществ (флотореагенты) хвосты содержат различные соединения цианидов со средней концентрацией 30 мг/л.

На хвостохранилище в сутки доставляется 13,2 тыс. тонн хвостов. Объем хвостов на 1 июля 2012 г. составил 59,9 млн. м³, в том числе объем твердой фазы составлял 55.5 млн. м³, объем жидкой фазы – 4.4 млн. м³.

Рудник «Солтон-Сары» находится на территории Тянь-Шаньского района Нарынской области Кыргызской Республики. Обогащительная фабрика «Солтон-Сары» работает с 1994 года по настоящее время. Годовая производительность составляет 100 тыс. тонн руды. Переработка руды осуществляется по гравитационной схеме: дробление - истирание – обогащение на концентрационных столах – обогащение на концентраторах Кнельсона. Гравитационный концентрат перерабатывается на Кумторской ЗИФ, а афинаж – на Карабалтинской фабрике. Товарные руды за период действия фабрики характеризовались невысокими в целом содержаниями золота (максимум 8,94 г/т), среднее фабричное извлечение составляло 66,6%, среднее содержание золота в хвостах – 1,22 г/т. Главным полезным ископаемым в лежалых хвостах рудника «Солтон-Сары» является золото.

В хвостохранилище №1 заложено 51400 м³ (100.23 тыс. тонн) хвостов с содержанием золота ≈1.2г/т, крупность хвостов 99,3% - 1,5 мм. Удельная плотность 1.95кг/м³. В хвостохранилище №2 заложено 111000 тонн хвостов с содержанием золота ≈1.0г/т, крупность хвостов 99,3% - 1,5 мм.

Терек-Сайский рудник находится в Чаткальском районе Джалал-Абадской области. Рудник состоит из двух месторождений: золотосурьмяное - Терек и золоторудное - Тереккан. По вещественному составу руды месторождений представлены двумя типами руд: сульфидно-кварцевые и сульфидно-кварц-карбонатные. Руды содержат промышленное количество мышьяка и сурьмы. Общая площадь отходов Терек-Сайского рудника и обогащительной фабрики занимает 5,4 га. Хвосты обогащительной фабрики представляет собой полидисперсный порошок серого цвета, содержащий двуокись кремния SiO₂ – 71%. Породные отвалы Терек-Сайского рудника представляют собой кусковой кремнистый и кремнисто-карбонатный материал, содержащий Sb₂S₃ – 0,1-0,3%, SiO₂ – 30-40%, CaCO₃ – 40-45%, глинистые сланцы – 20-25%. До 2001 года обогащительная фабрика перерабатывала только сурьмяные руды, и сурьмяной концентрат направлялся на Кадамжайский сурьмяной комбинат на металлургический передел. С 2001 года после реконструкции на обогащительной фабрике перерабатываются золотосодержащие руды месторождений Терек и Тереккан. Производственная мощность рудника более 100 тыс. тонн руды в год. Руда перерабатывается на обогащительной фабрике с получением финальной продукции в виде сульфидного золотосодержащего флотоконцентрата со средним содержанием золота около 40 г/т.

Месторождение Иштамберды по территориально-административному делению относится к Ала-Букинскому району Жалалабадской области. Географически месторождение размещается в пределах южного склона Чаткальского хребта в нижнем течении ручья Иштамберды - правого притока реки Кассан. Площадь месторождения составляет 4 кв. км.

Абсолютные отметки рельефа, на которых располагаются площадки, колеблются от 2000 м до 2400 м. Крутизна склонов в местах размещения площадок достигает 300-400. Рудные минералы представлены, в основном, пиритом, марказитом, арсенопиритом. В незначительных количествах имеются халькопирит, гидроокислы железа, марказит, антимонит, сфалерит, самородная сурьма, аурустибнит, блеклая руда, сульфосоли свинца, киноварь, самородный мышьяк.

Основные нерудные минералы: кварц, карбонат, мусковит, биотит, серицит, полевошпат, глинисто-углистые минералы. Руды Иштамберды являются малосульфидными: содержание сульфидов в среднем 5-7%, и относятся к умеренно флотуруемым типам руд. Промышленно-ценный компонент - золото, которое связано в основном с пиритом (содержание золота в пирите от 7 до 50 г/т) и арсенопиритом (содержание золота в арсенопирите от 7 до 700 г/т). Золотоносность руд зависит от количества в них сульфидных минералов. Наличие золота отмечается в блеклой руде и антимоните. Отмечается небольшое количество (до 20% от общего) свободного золота в кварце. Хвосты флотации представляют собой пульповую однородную массу с плотностью 26,36% твердого (Т: Ж=1:2.79). Основные потери золота связаны с классами крупности менее 0,030 мм, которые считаются нефлотуруемыми. По состоянию на август 2013 года на хвостохранилище Иштамберды заскладировано 1500 тыс. тонн флотационных хвостов со средним содержанием золота 1,5 г/т.

По технологическим свойствам перечисленные объекты промышленных отходов можно классифицировать на следующие группы:

1. Кеки цианидного выщелачивания - потери золота связаны с тонкой вкрапленностью золота в сульфидных минералах: *Кумтор, Макмал*;

2. Флотационные хвосты - потери золота связаны в тонких классах тонины помола и приурочены в окисленных минералах: *Терек-Сай, Иштамберды*;

3. Гравитационные хвосты - потери золота и меди связаны с тонкодисперсностью полезных компонентов и их приуроченностью в сульфидных и окисленных минералах: *Солтон-Сары*.

4. Породные отвалы месторождений, потери полезных ископаемых в которых связаны не с технологическими свойствами, а кондиционными параметрами обрабатываемых участков.

Конкурентные преимущества горнодобывающего предприятия обуславливаются, прежде всего, качеством и себестоимостью добытого полезного ископаемого. Для стабильной и рентабельной работы предприятия необходимо рассмотреть множество приемлемых вариантов комплексного развития горных работ, отличающихся последовательностью вовлечения в переработку вторичное сырьё с применением новой техники и технологий, а, следовательно, различной динамикой потребления ресурсов, и изменчивостью качества полезного ископаемого во времени.

Совокупность перечисленных причин предопределяет необходимость совершенствования методов и подходов, применяемых при наращивании сырьевой базы предприятия, и прежде всего тактических планов производства, связанных с показателями производственной программы предприятия.

Достигнутый технический уровень современного обогащательного оборудования и технологий позволяет с большей эффективностью извлекать тонкое и мелкое золото из техногенного сырья с использованием методов гравитации, флотации, выщелачивания, биотехнологий и гидрометаллургии [4].

Использованная литература

1. Государственный кадастр отходов горной промышленности КР (хвостохранилища и горные отвалы) 92 паспорта. – Б., 2006. – 345 с.
2. Денисенко Д. В Кыргызстане насчитали 92 хвостохр. URL: <http://www.vb.kg/242115>
3. Кудайбергенов К.К. и др. Вклад горной промышленности в устойчивое социально-экономическое развитие горных территорий Кыргызской Республики. – М., 2002.
4. IX Конгресс обогащателей стран СНГ // Сб. мат. Том 1. – М., 2013. – С.287-289.