

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ ИЗ ДРЕВНЕЕГИПЕТСКИХ ШЛАКОВ МЕДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДОЛИНЫ ТИМНА (ИЗРАИЛЬ)

Кыласов Ф.А.,

научный руководитель ассистент Миронкина Н.В.

Сибирский Федеральный Университет

Медь была первым металлом, на земле который начал обрабатывать и использовать человек в целях изготовления инструментов, оружия, домашней утвари, украшений и религиозных принадлежностей. В долине Тимна, на территории современного Израиля обнаружены следы добычи и извлечения металлической меди из окисленных руд. Вначале плавку проводили, загружая на раскаленные угли куски руды. Затем стали делать кучи, складывая послойно древесный уголь и руду. Позднее слой угля и руды начали помещать в ямы, подавая воздух для горения топлива по деревянным трубкам, заложенным в борта ямы. Полученный в яме слиток (крицу) меди по окончании плавки вынимали и проковывали. Высоту стен постепенно увеличивали, что привело к появлению первых металлургических печей с вертикальным рабочим пространством. Такие печи являлись прототипом шахтных печей; они получили название домниц. Домницы в отличие от ям выдавали медь и получающийся шлак в жидком виде. Шлак от пирометаллургической переработки содержит значительное количество меди (до 5 %). Современные методы переработки позволяют извлекать медь из таких богатых продуктов.

Многие проблемы пирометаллургического производства меди в т.ч. экологическая, из-за повышенной тепло-, пыле- и газоотделения, устраняются при использовании гидromеталлургической технологии. Она включает селективное выщелачивание меди из сырья, чаще всего раствором H_2SO_4 или NH_3 ; очистку раствора от примесей и выделение меди. Гидromеталлургический способ получения меди оказывается наиболее экономичным для переработки руд с низким содержанием меди в форме оксидных соединений, особенно при высокой стоимости топлива и флюсов и их большом расходе. Только этим способом можно извлекать медь из отвалов вскрышных пород и рудных тел, законсервированных подземных рудников.

Рентгенофазовый анализ образца медьсодержащего шлака древнеегипетских рудников показал наличие следующих соединений: кварц (28,7 %), диопсид (25,3 %), фаялит (43,7 %), куприт, хризокolla, малахит, магнетит, кальцит. Количественный анализ определил следующий состав шлака, %: 38 O; 4,6 Fe; 40 Si; 7 Ca; 3,4 Cu; 3,3 Mn; 1,7 Al; 1 K; 0,6 Mg; 0,5 Ba. Медь в шлаке представлена окисленной формой.

На основании литературных данных выбрано 2 способа перевода меди в раствор: сернокислотное и аммиачное выщелачивание. Первоначально для выделения меди из шлака был использован метод сернокислотного выщелачивания. Выщелачивание вели раствором серной кислоты ($20 - 50 \text{ г/дм}^3$) при отношении Ж:Т=5 и температуре 50° C . Процесс проводили при постоянном перемешивании со скоростью 750 об/мин с помощью магнитной мешалки. Периодически отбирали пробу осветленного раствора для определения в нем концентрации серной кислоты и меди. На рисунке 1 представлена зависимость извлечения меди в раствор от продолжительности выщелачивания.

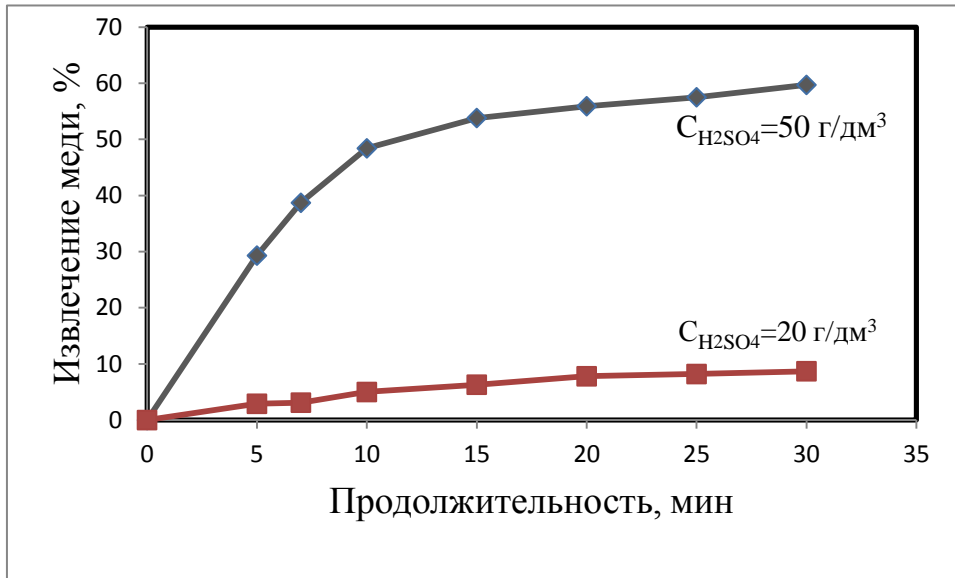


Рисунок 1 – Зависимость извлечения меди от длительности сернокислотного выщелачивания

Технологическая схема процесса представлена на рисунке 2.

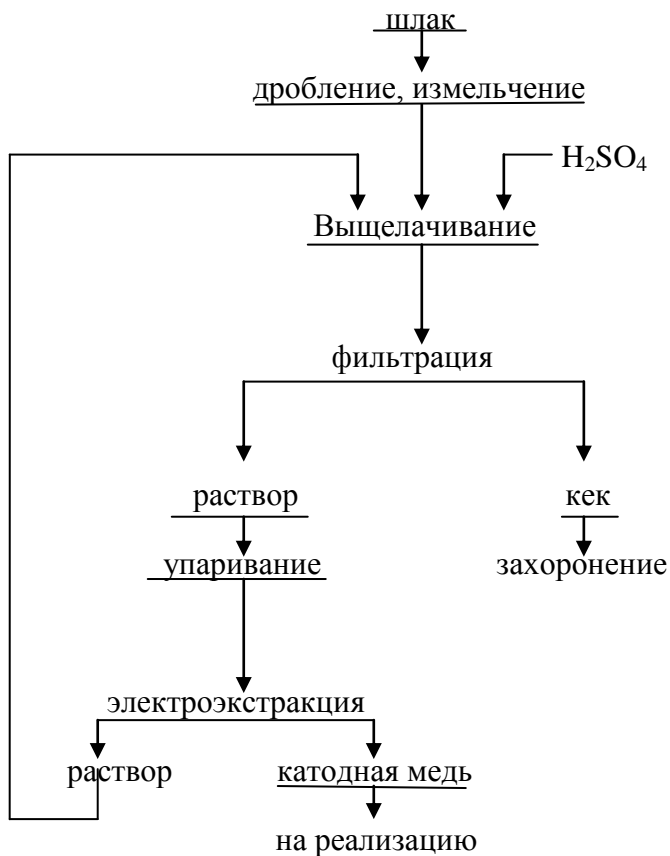


Рисунок 2 – Технологическая схема извлечения меди из шлаков.

При концентрации H_2SO_4 50 г/дм^3 , отношении Ж:Т=5, температуре 50°C и продолжительности выщелачивания 0,5 ч концентрация меди в растворе достигает 4

г/дм³, а остаточная концентрация H₂SO₄ – 30 г/дм³. Растворы такого состава целесообразно накапливать в открытых емкостях, футерованных пластиком и упаривать естественным образом в 4 – 5 раз.

Затем растворы после фильтрации направляются на электроэкстракцию с нерастворимым анодом до остаточной концентрации меди 0,2 – 0,5 г/л. Раствор с регенерированной серной кислотой после разбавления вновь поступает в цикл выщелачивания.

Использование растворов аммиака для выщелачивания меди из шлаков показало значительно худшие результаты. Извлечение меди не превышало 7 %.