

Режим доступа: <https://www.gazeta.uz/ru/2020/05/30/agmk/> Дата доступа 20.01.2025

3. Подготовка лабораторных технологических проб руд к исследованиям Режим доступа: <https://fccland.ru/issledovanie-poleznyh-iskopaemyh/11068-podgotovka-laboratornyh-tehnologicheskikh-prob-rud-k-issledovaniyam.html> Дата доступа 20.01.2025

4. Рябкин В. К. Отбор технологических проб при геологоразведочных работах на рудные полезные ископаемые. ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М.Федоровского». Москва, 2014. – 29 с.

5. Исроилов А.Т., Ходжаев А.Р., Ниязметов Б.Е., Холикулов Д.Б. Обогащение забалансовых медных руд месторождения «Кальмакир» АО «Алмалыкский ГМК» // Материалы междунар. науч.-практической. конф. «Современные проблемы и инновационные технологии решения вопросов переработки техногенных месторождений Алмалыкского ГМК», г. Алмалык, 18–19 апреля 2019 г. – С. 58–60.

6. Холикулов Д.Б., Бекбутаев А.Н., Ниязметов Б.Е., Нормуратов Р.И. Переработка окисленных медных руд месторождения Кальмакир. Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований: труды V Конгресса с международным участием и конференции молодых ученых «ТЕХНОГЕН-2021». – Екатеринбург: УрО РАН, 2021 – 420 с. С. 132–135.

7. Холикулов Д.Б., Ниязметов Б.Е., Бекбутаев А.Н., Гайратов Б.Г. Исследование по извлечению меди из окисленных руд АО «Алмалыкский ГМК» агитационным серноокислотным выщелачиванием. // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Холикулов Д.Б. [и др.]. 2022. 1(94). С. 46–51.

УДК 669.536

Д.Б. Холикулов, зам. директора, д-р техн. наук
(ТГТУ АФ, г. Алмалык, Узбекистан);

У. Музаффаров, докторант (НГГиТУ, г. Навои, Узбекистан);

А.Ф. Минаковский, канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА АО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК»

Проблема переработки и рационального использования природных ресурсов тесно связана с эффективностью промышленного производства, охраной окружающей среды и новыми разработками в области утилизации промышленных отходов. В производстве металлов

образуется огромное количество жидких и твердых отходов. Проблема их переработки существенно актуализируется в связи с уменьшением возможности их складирования. Утилизация этих отходов является важной задачей для предотвращения загрязнения окружающей среды. В результате анализа существующего положения выработана концепция, которая позволяет в значительной степени повысить эффективность переработки отходов. Процесс озонирования является перспективным методом для переработки технологических растворов и промывных вод, содержащих металлы [1–4].

Металлургические отходы могут содержать различные тяжелые металлы, химические соединения и другие вредные вещества, поэтому их утилизация требует особого внимания. Современные технологии для утилизации отходов позволяют снизить вредное воздействие на окружающую среду, а также получить ценные ресурсы [5–6].

При производстве меди образуются различные технологические растворы (рис. 1), которые после обезвреживания отправляются на хвостохранилище.

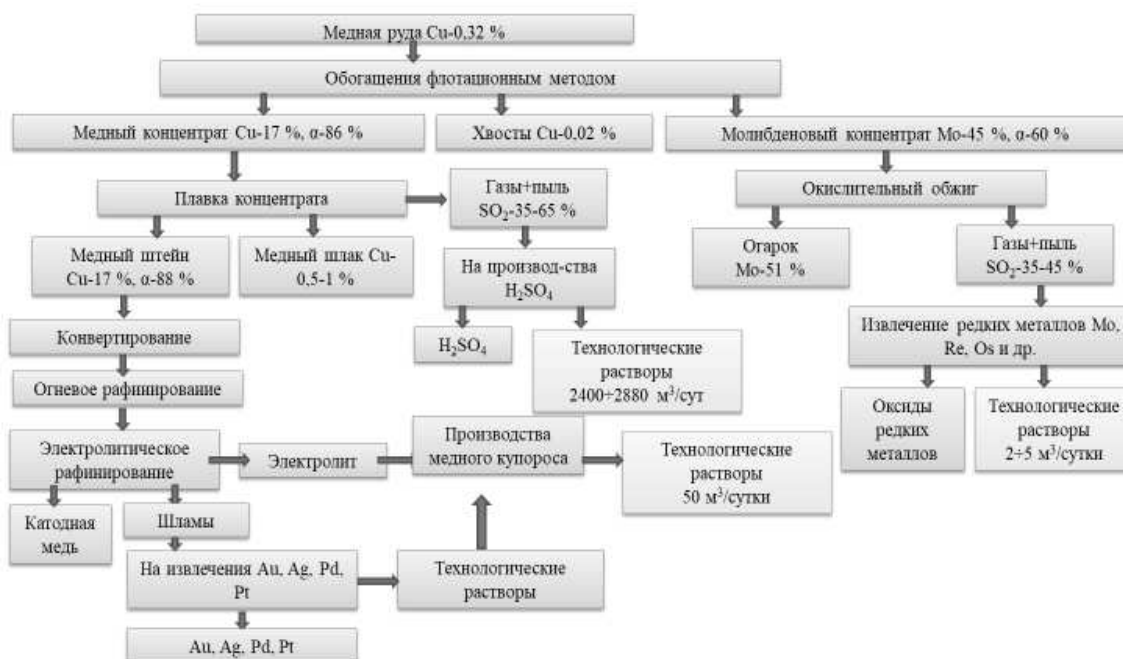


Рисунок 1 – Принципиальная схема образования технологических растворов при производстве меди

При нейтрализации технологических растворов теряются ценные металлы [7–8]. Кроме этого, растворы могут содержать соединения металлов, присутствующих в технологических процессах, и оказывать существенное воздействие на окружающую среду. Даже в незначительных концентрациях некоторые металлы, такие как ртуть или кадмий, очень токсичны.

Объектом исследования служили технологические растворы медного производства: кислые стоки купоросного цеха, промывные растворы сернокислотного цеха Медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК» и растворы, полученные при сернокислотном выщелачивании окисленных медных руд. Объем технологических растворов: кислые стоки – 50 м³/сутки; промывной раствор - 2400÷280 м³/сутки; сернокислотные растворы – 20÷25 м³/сутки. Из результатов химического анализа (табл. 1) видно, что промышленный интерес для извлечения металлов представляют медь, цинк, железо, никель и молибден. Сложность переработки промывного раствора связана с высоким содержанием кислоты.

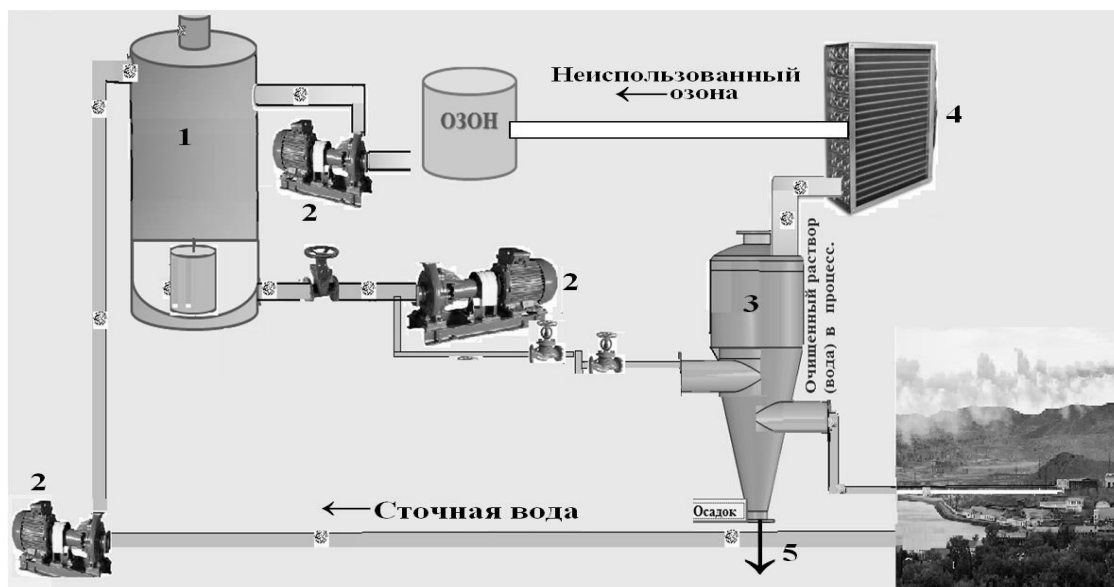
Таблица 1 – Результаты химического анализа технологических растворов медного производств

Химический состав, г/дм ³							
H ₂ SO ₄	Cu	Zn	Fe	Ni	Mo	S	Al
Кислые стоки купоросного цеха МПЗ							
4	0,035	0,001	0,02	12,5	0,002	0,001	0,0001
Промывной раствор СКЦ МПЗ							
48	0,026	0,012	0,019	0,002	0,0012	0,03	0,0003
Растворы, полученные при сернокислотном выщелачивании окисленных медных руд							
5	1,9	0,01	0,0041	-	0,00027	0,023	0,0002

Принципиальная технологическая схема полупромышленных испытаний очистки технологических растворов медного производства, приведена на рис. 2. В качестве реактора (установки) применялась барботажная колонна высотой 1 м. Реактор оборудован мелкопористым фильтром с диаметром отверстий 70...100 мкм для диспергирования озono-воздушной смеси, отвода отработанного газа и периодического отбора проб очищенной воды. Реактор работал в проточном режиме непроточном по жидкой фазе. Для экспериментальных исследований, был выбран и изготовлен барботажный абсорбер.

Технологический раствор поступает в смеситель 1, в котором он смешивается с реагентами для получения требуемого значения pH, и далее насосом 2 подается в барботажный абсорбер 3. Озоно-воздушная смесь реагирует с водой в барботажном абсорбере, и происходит процесс озонирования. Отработанные газы из абсорбера направляются в аппарат 4 для сбора неиспользованного озона. Для увеличения эффективности процесса неиспользованный озон обратно подается к началу процесса для предотвращения сброса в атмосферу. Очищенный технологический раствор обратно отправляется на производство. Поскольку озон является сильным отравляющим веществом, на установках озонирования предусматривается стадия очистки отхо-

дящих газов от остатков озона, т. е. неиспользованный озон обратно отправляется на барботажный абсорбер 3.



1 – смеситель; 2 – насос; 3 – барботажный абсорбер;
4 – аппарат для сбора отходящих газов и неиспользованного озона; 5 – осадок

Рисунок 2 – Принципиальная технологическая схема установки очистки технологических растворов методом озонирования

В результате проведенных исследований определено степень очистки технологических растворов зависит от значения рН раствора, при котором достигается практически полное осаждение ионов металлов в виде осадок. Сернокислые соединения металлов разлагается на ионы металлов и кислотные остатки, ионы металлов взаимодействует с гидроксид-ионом OH^- и образуется осадки металлов.

Озонирование может быть использован для удаления из технологических растворов солей ряд тяжёлых металлов: сульфаты, карбонаты металлов и др. Установлено, что за 1 часов обработки концентрации металлов (Fe, Zn, Cu) уменьшилась до уровня $<0,01$ мг/л, что на порядок ниже ПДК металлов в воде, а также снижает экологический ущерб окружающей среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холикулов Д.Б., Нормуротов Р.И., Болтаев О.Н. Новый подход к решению проблемы очистки сточных вод медного производства // Горный вестник Узбекистана. 2019 № 3 (78), – С. 92-96.
2. Холикулов Д. Б., Нормуротов Р. И. Исследования по очистке сточных вод медного и цинкового производства озоном //Горный вестник Узбекистана. – 2020. – №. 1. – С. 90-95.
3. В.Ю. Бажин Отходы металлургического производства как альтернативный минерально-сырьевой ресурс. Режим доступа:

https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/25942/1/mltm_2014_17.pdf Дата доступа 20.01.2025.

4. Современные технологии для утилизации отходов металлургического производства. Режим доступа: <https://www.kvarto.ru/3003-2/> Дата доступа 15.01.2025.

5. Медяник Н.Л., Варламова И.А., Калугина Н.Л., Строкань А.М. Прогнозирование флотационной активности реагентов для извлечения цинка и меди (II) по квантово-химическим дескрипторам // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2011. № 3. –С. 83-89.

6. Chirkst D.E., Lobacheva O.L., Berlinskii I.V., Sulimova M.A. The thermodynamic properties of hydroxo compounds and the mechanism of ion flotation for cerium, europium, and yttrium // Russian Journal of Physical Chemistry. – 2009. – №83 (12). –Рр. 2022-2027

7. Медяник Н.Л., Калугина Н.Л., Варламова И.А. Изучение возможности селективного извлечения меди методом известкования из сточных вод горных предприятий гидрометаллургического комплекса // Вестник Иркутского государственного технического университета. –2010. Т. 42. № 2. –С. 188-193.

8. Kholikulov D.B., Matkarimov S.T. Pilot tests of processing technologies of process solutions of copperproduction by ozonation. Materials Today: Proceedings, 2021, 45, стр. 4987–4992.

9. Kholikulov D. B. et al. Extraction of metals by using ozone from residue solutions of metallurgical production //International conference on «Integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects» Navoi, Uzb. – 2019. – С. 65-68.