

СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА



**Хасанов Абдурашид
Салиевич**

д-р. техн. наук, профессор,
заместитель главного инженера
по науке АО «АГМК»



**Юсупов Урал
Садуллаевич**

Навоийский государственный
горно-технологический
университет, докторант



**Усманкулов Орифжон
Назиралиевич**

д.ф.т.н. (PhD) Министерство
горнодобывающей
промышленности и геологии,
главный специалист



**Баратов Нурбек
Яхшиликovich**

д.ф.т.н. (PhD) Министерство
горнодобывающей
промышленности и геологии,
начальник отдела

Аннотация. В данной статье изложена характеристика техногенных отходов, после флотации шлаков медного производства и последовательность экспериментов по извлечению ценных компонентов. Изначально искусственно образовавшийся материал содержащийся в техногенных отходах – фаялит подвергался термическому разложению в присутствии воздуха, а затем из полученного огарка медь избирательно выщелачивали в кислой среде. В процессе выщелачивания медь переведен в раствор, а также в результате гидролиза, железо осталось в кеке. Провели фильтрацию, затем медь осаждали с помощью сульфида натрия. В итоге процессов осадок сульфида меди отфильтровали и высушили. При этом степень перехода меди из техногенных отходов в сульфидный осадок составила 88,7 процента.

Ключевые слова: фаялит, раствор, оксид меди, кристаллическая решетка, окисление, фильтрация, химический состав.

MIS ISHLAB CHIQRISHDA HOSIL BO‘LADIGAN TEXNOGEN

CHIQRINDILARNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQRISH

**Xasanov Abdurashid
Saliyevich**

Texnika fanlari doktori, professor,
“AGMK” AJ bosh muhandisining
Ilm-fan bo'yicha o'rinbosari

**Yusupov Ural
Sadullaevich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiya universiteti, doktorant

**Usmankulov Orifjon
Naziraliyevich**

Falsafa fanlari doktori (PhD) Tog'-
kon sanoati va geologiya vazirligi,
bosh mutaxassis

**Baratov Nurbek
Yaxshilikovich**

Falsafa fanlari doktori (PhD) Tog'-
kon sanoati va geologiya vazirligi,
bo'lim boshlig'i

Аннотация. Ушбу tadqiqot ishida mis ishlab chiqarishda hosil bo'lgan shlaklarni flotatsiyalashdan keyingi texnogen chiqindilarining tarkibi va undan kerakli komponentlarni ajratib olish bo'yicha tajribalar ketma-ketligi bayon etilgan. Dastlab texnogen chiqindi tarkibidagi sun'iy fayalit minerali havo ishtirokida termik parchalangan so'ngra olingan kuyindi kislotali muhitda tanlab eritilgan. Tanlab eritish jarayonida mis eritmaga o'tkazilgan, temir esa gidrolizlanishi natijasida to'liq kek tarkibida qolgan. Eritma filtrlanib, undan mis natriy sulfidi yordamida cho'ktirilgan. Yakunda mis sulfidi cho'kmasi filtrlanib quritiladi, bunda misning texnogen chiqindidan

doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10423922>

sulfidli cho'kmaga o'tish darajasi 88,7 foizni tashkil qilgan.

Kalit so'zlar: fayalit, eritma, mis oksidi, kristall panjara, oksidlanish, filtratsiya, kimyoviy tarkib.

DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR THE EXTRACTION OF PRECIOUS AND NON-FERROUS METALS FROM SECONDARY RAW MATERIALS

Xasanov Abdurashid

Doctor of Technical Sciences,
Professor, Deputy Chief Engineer
of JSC "AGMK" for Science

Yusupov Ural

Navoi State Mining and Technology
University, PhD student

Usmankulov Orifjon

Doctor of Philosophy (PhD)
Ministry of Mining and Geology,
chief specialist

Baratov Nurbek

Doctor of Philosophy (PhD),
Ministry of Mining and Geology,
Head of Department

Abstract. This paper describes the composition of technogenic waste after flotation of copper production slags and the sequence of experiments on extraction of valuable components from them. Initially artificial mineral contained in technogenic waste fayalite was subjected to thermal decomposition in the presence of air, and then from the resulting slag copper was selectively leached in acidic medium. In the process of leaching copper passed into solution, as a result of hydrolysis iron remained in the cake. The solution was filtered and copper was precipitated with sodium sulfide. At the end of the processes, the copper sulfide precipitate was filtered and dried. The conversion rate of copper from the anthropogenic waste to the sulfide precipitate was 88.7 percent.

Keywords: fayalite, solution, copper oxide, crystal lattice, oxidation, filtration, chemical composition.

Введение. Мировой спрос на цветные металлы растет с каждым днем. Значительное снижение среднего содержания меди в руде в последние десятилетия требует наращивания комплексного использования сырья, применением ресурсо- и энергосберегающих технологий с вовлечением в переработку техногенных отходов. Тем не менее, это стимулирует развитие науки на вовлечение в производство техногенных отходов больших объемов путем их интеграции с производством. В связи с этим особое значение приобретает создание технологии извлечения ценных компонентов из отходов медеплавильного завода. В мире ведутся научные исследования в области цветной метал-

лургии с целью извлечения ценных компонентов из техногенных отходов медной промышленности, создания новых технологий, позволяющих существенно расширить сырьевую базу, получения цветных металлов в чистом виде, отвечающих требованиям внутреннего и внешнего рынка, а также совершенствования и освоения существующих технологий. В связи с этим немаловажное значение имеет, в том числе, создание технологии извлечения ценных компонентов из отходов медеплавильного завода.

Объект и методы исследования. В качестве объекта для проведения исследования выбраны техногенные отходы после флотационного обогащения мед-

doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10423922>

ных шлаков медно-обогатительной фабрики №2 АО “Алмалыкский ГМК”. В ходе исследования проводились лабораторные анализы металлов в твердых веществах и растворах. При проведении экспериментов использовались современные физико-химические методы, в том числе электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, фотоколориметрия, атомно-абсорбционный анализ, рентгенофазный (рентгенографи-

ных проблем металлургической промышленности в наши дни.

В целях проведения полупромышленных опытов для проведения опытов было привезено шлаков, в количестве 1000 кг флотационного отхода обогащения медных шлаков и было отобрано пробы для анализа в установленном порядке. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Эксперимент по извлечению необхо-

Таблица 1.

Содержание элементов в техногенных отходах после флотационного обогащения медных шлаков

Продукт	Содержание элементов, %							
	Cu	Mo	SiO ₂	Fe	Re	S	Au г/т	Ag г/т
отходы обогащения шлака (проба №1)	0,53	0,11	33,1	36,0	0,00001	0,7,7	0,44	2,46
отходы обогащения шлака проба (№2)	0,55	0,07	34,28	34,1	0,00001	1,73	0,223	2,6

ческий) анализ, а также статистическая и математическая обработка результатов исследований с целью разработки рациональных методов комплексной переработки техногенных отходов производства меди и оценки технико-экономических показателей.

Экспериментальная часть. Техногенные отходы после флотации шлаков, образующиеся при обогащении меди по составу в основном состоят из искусственного фаялита (Fe₂SiO₄), в котором между кристаллическими решетками сохраняется небольшое количество меди и драгоценных металлов. Извлечение меди и драгоценных металлов из этого вида отходов является одной из актуаль-

димых компонентов из этих техногенных отходов проводился в следующей последовательности. Первоначально искусственные отходы обжигаются в присутствии воздуха, при котором фаялит термически разлагается (1) и происходит раскрытие поверхности меди содержащей шлаке. Также медь и оксид меди окисляются под действием воздуха, приобретая (2,3) свойство растворяться в кислой среде.



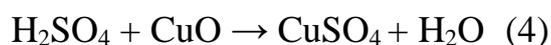
Процесс проводили в трубчатой вращающейся печи при температуре

doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10423922>

600⁰С в присутствии воздуха в течение 30 мин и измеряли массу продуктов до и после обжига. Из полученного продукта (огарок) в установленном порядке отбирали пробы и проводили структурный анализ.

На следующем этапе был проведен опыт выщелачивания для селективного извлечения меди из огарка. При этом в качестве растворителя был использован технологический раствор (промывная вода) из цеха по производству серной кислоты, образующийся при промывке отходящих газов. Данный технологический раствор содержит 35 г/л H₂SO₄ и 0,8 г/л Cu²⁺, при суточном объеме образования 1680 м³. Благодаря этому

появилась возможность извлечения меди не только из отходов после обогащения медного шлама, но и из отработанных растворов за один технологический процесс. В случае низкой концентрации серной кислоты в процессе раствор доводят до нормативного состояния с добавлением концентрированной технической серной кислоты. Процесс выщелачивания проводили при температуре 60⁰С, в реакторе с перемешиванием 1,5 часа.



После завершения процесса выщелачивания, медьсодержащий раствор отделяли от кека путем фильтрации. Процесс фильтрации осуществлялся на

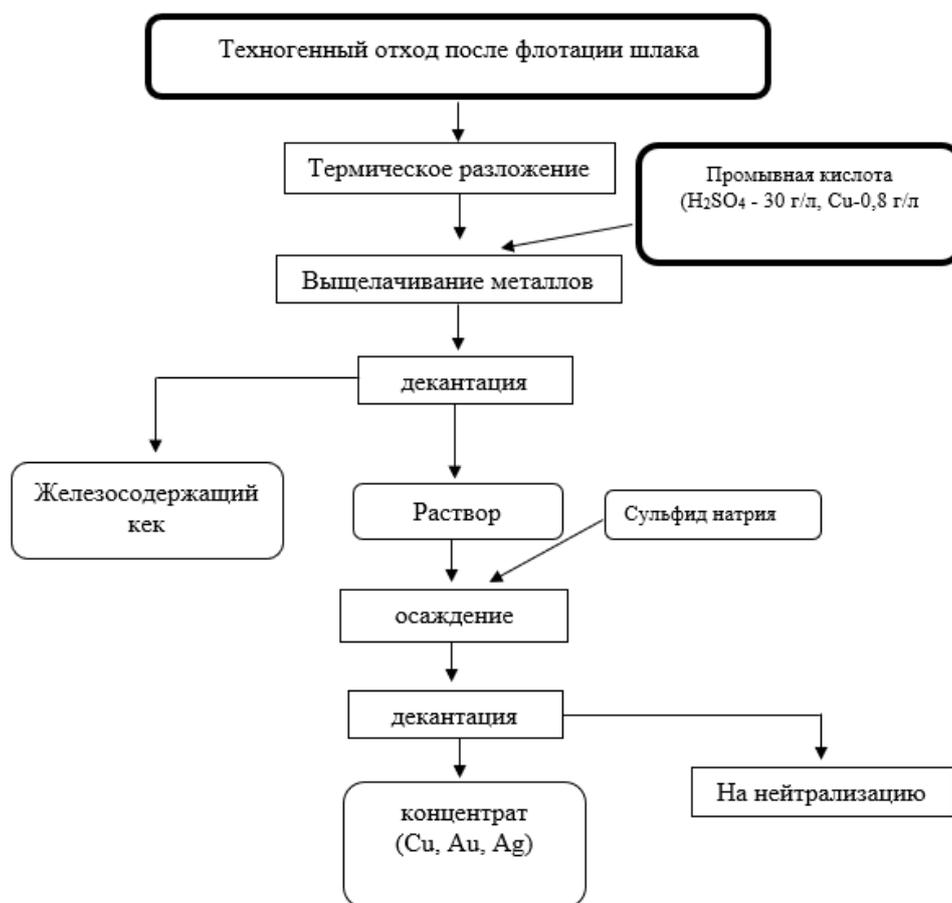


Рисунок 1. Технологическая схема извлечения меди из техногенных отходов после флотации медных шлаков

нутч-филтре об'ємом 0,4 м³, изготовленном из нержавеющей сплава, с помощью вакуумного насоса. После фильтрации из полученного раствора и кека в установленном порядке было отобраны пробы и проведены анализы.

Таблица 2.

Результаты эксперимента по переработке техногенных отходов после флотации шлаков, образующихся при производстве меди

№	наименование	м кг, в л	количество компонентов					
			Cu		SiO ₂		Fe	
			%, г/л	кг	%, г/л	кг	%, г/л	кг
1.	<i>обжиг</i>							
	загружено:							
	техногенные отходы (шлаковый хвост)	1000	0,53	5,3	33,1	331	36,0	360,0
	получено:							
	огарок	1 035	0,51	5,3	31,9	331	34,7	360,0
2.	<i>выщелачивание</i>							
	загружено:							
	огарок	1035	0,51	5,3	31,9	331	34,7	360,0
	промышленный отработанный раствор (промывная кислота)	4 000	0,9	3,6			0,6	2,4
	серная кислота	128 (кг)						
	<i>итого:</i>			8,9		331		362,4
3.	<i>филтрация</i>							
	получено:							
	раствор	3 700	2,1	7,949			5,6	20,7
	кек	955	0,1	0,955		331	35	341,0
	<i>итого:</i>			8,9		331		362,4
4.	<i>осаждение</i>							
	загружено:							
	раствор	3 700	2,1	7,949 4			5,6	20,7
	сульфид натрия (Na ₂ S)	9						
	получено:							
	раствор	3700	0,01	0,037			-	
	осадок сульфида меди	12,6	23,5	7,9			-	
	<i>итого:</i>			7,949				
5.	Коэффициент извлечения %		88,7					

doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10423922>

В полученный раствор добавляли сульфид натрия в количестве, эквивалентном количеству содержащейся в нем меди для осаждения меди. Процесс осаждения осуществлялся в реакторе, в течение 30 минут.



После полного осаждения ионов меди, раствор декантировали, а осадок

просушили и провели анализы на содержание меди.

Анализ проведенных производственных экспериментов, технологические параметры приведены в таблице 2. Также технологическая схема, разработанная на основе выводов, полученных в результате исследований, представлена на рисунке 1.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобиллов А.О., Юсупов У.С., Усманкулов О.Н. Разработка технологии извлечения цветных и драгоценных металлов из первичного сырья. // Научно-технический и практический журнал композиционных материалов, Тошкент 2023. №2.54-1С.154-156.
2. Хасанов А.С., Сирожов Т.Т., Уткирова Ш.И., Муртозаева М.М. // Research on the recovery process of Copper smelter tailings and separation of Iron from soot using a magnetic separator. // Универсум: Технические науки: Электронный научный журнал, №11 (104) ноябрь 2022 г., - S. 25-28 (02.00.00; №1).
3. Хасанов У.А., Муталибханов С.С., Абдукодиров А.А., Сирожов Т.Т., Ахмедов М.С. Обзор и исследование о растворимости меди в шлаках медного производства // Международная научно-практическая конференция достижений, проблем и перспектив комплексного инновационного развития оазиса Зарафшан, NDKI, 27-28 ноября 2019 г., Навои, RR. 155-159.
4. Хасанов А.С., Талибов Б.И., Сирожов Т.Т., Ханнонова М.Х., Нурмуродов М.Н. Переработка медных шлаков с извлечением цветных и черных металлов. // Республиканская научно-практическая конференция: "Проблемы и пути инновационного развития горнодобывающих и нефтегазовых отраслей", г. Навои, Узбекистан. 8-9 апреля 2016 г. стр. 273-274.
5. Худжакулов Н.Б., Ханнонова М.Х., Нурмуродов М.Н., Сирожов Т.Т. Техногенные отходы горно-металлургической промышленности // Республиканская научно-практическая конференция "Проблемы и пути инновационного развития горнодобывающих и нефтегазовых отраслей", г. Навои, Узбекистан, 8-9 апреля 2016 г., стр. 271-272.