

УДК: 622.7

 10.5281/zenodo.13832134

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ СВИНЦОВО-ВИСМУТОВЫХ ШЛАМОВ И КОНВЕРТЕРНОЙ ПЫЛИ



**Саидрахмедов Ақтам Абдусамиевич**  
(PhD), доцент кафедры «Металлургия» НГГТУ,  
Навоий, Узбекистан



**Хасанов Абдурашид Салиевич**  
д-р. техн. наук, профессор, заместитель главного инженера  
по науке АО «АГМК», Алмалык, Узбекистан

**Аннотация.** В статье исследованы способы переработки тонкой пыли конвертера и свинцово-висмутовых шламов сернокислотного цеха. Установлена зависимость продолжительность выщелачивания и температуры на степень растворения свинца и серебра для каждой стадии. Изучены технологические параметры карбонизации свинца из полученного раствора.

**Ключевые слова:** конвертерная пыль, свинцово-висмутовый шлак, соль, растворение, раствор, фильтрация, осветление, отстаивание, карбонизация, pH.

## QO‘RG‘OSHIN-VISMUTLI SHLAMLAR VA KONVERTER CHANGIDAN METALLARNI AJRATIB OLIISH USULLARINI O‘RGANISH

**Saidaxmedov Aktam Abdusamievich**

(PhD), "Metallurgiya" kafedrasi dotsenti, Navoiy davlat konchilik  
va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston

**Xasanov Abdurashid Salievich**

Texnika fanlari doktori, professor, "AGMK" AJ bosh  
muhandisining ilmiy ishlar bo'yicha o'rinbosari,  
Olmaliq, O'zbekiston

**Аннотация.** Ushbu maqolada konverterning mayda changi va sulfat kislota sexining qo‘rg‘oshin-vismutli shlamlarini qayta ishlash usullari o‘rganilgan. Qo‘rg‘oshin va kumushni eritish darajasiga vaqt va haroratning ta'siri har bir bosqichda aniqlangan. Olingan eritmadan qo‘rg‘oshinni karbonatlashning texnologik parametrlari o‘rganilgan.

**Калит so‘zlar:** konverter changi, qo‘rg‘oshin-vismutli shlam, tuz, eritma, eritish, filtratsiya, yoritish, cho‘ktirish, karbonatlash, pH.

## STUDY OF METHODS FOR EXTRACTING METALS FROM LEAD- BISMUTH SLUDGES AND CONVERTER DUST

**Saidaxmedov Aktam Abdusamievich**

(PhD), Associate Professor of the Department of Metallurgy, Navoi  
State Mining and Technology University, Navoi, Uzbekistan

**Khasanov Abdurashid Salievich**

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

**Abstract.** The article investigates the methods of processing fine converter dust and lead-bismuth sludges from the sulfuric acid workshop. The dependence of leaching time and temperature on the dissolution degree of lead and silver at each stage has been established –

*shed. The technological parameters of lead carbonation from the resulting solution have been studied.*

**Keywords:** *converter dust, lead-bismuth sludge, salt, dissolution, solution, filtration, clarification, settling, carbonation, pH.*

**Введение.** Свинцово-висмутовой шлам и конвертерной пыли медной промышленности представляют собой многокомпонентные продукты, характеризующиеся разнообразным химическим, гранулометрическим и фазовым составом, зависящим от исходного сырья, специфики технологии, конструкции технологического и газоочистного оборудования [1]. Сегодня в нашей республике в больших количествах образуются промышленные отходы, содержащие свинец. В частности, на медеплавильном заводе Алмалыкского горно-металлургического комбината собрано более 50 тысяч тонн тонкой конвертерной пыли медеплавильного завода и более 15 тысяч тонн свинцово-висмутовых шламов. Разработка и внедрение эффективных технологий переработки промежуточных продуктов газоочистки медной промышленности – это не только путь снижения экологической нагрузки, но и повышения экономической эффективности промышленного предприятия.

**Литературный анализ и методология.** Мелкая пыль, улавливаемая рукавными или электрофильтрами, включает в себя первичные частицы шихты, сублимации легких летучих компонентов и продуктов их окисления в различных пропорциях. В электрофильтрах при прохождении потока запыленного газа через электрическое поле частицы пыли приобретают электрический заряд и ускорение, что заставляет их двигаться вдоль силовых

линий с последующим осаждением на электродах. В этом случае энергозатраты при электрофильтрации существенно ниже, чем в других пылеулавливающих устройствах, поскольку силы, вызывающие оседание частиц пыли, действуют не на весь газовый поток, а только на сами частицы. Крупность тонкой пыли электрофильтра менее 1 мкм, которые в основном состоят из сульфата свинца [2].

Степень перехода микровключений в пылегазовую фазу также зависит от различных факторов [2], при которых по сравнению с исходную шихту мелкодисперсные пыли значительно обогащаются драгоценными металлами и редкими элементами.

Индивидуальная переработка свинцово-висмутовых шламов и пыли может осуществляться пирометаллургическим или гидрометаллургическим методами, в том числе совмещением пирометаллургического и гидрометаллургического процессов по схеме [3].

Пирометаллургическая переработка свинцово-висмутовых шламов и пыли имеет преимущества, обусловленные высокой относительной эффективностью оборудования и относительной дешевизной используемых реагентов. Однако низкое качество получаемой продукции, выделение большого количества пыли и газовой фазы и необходимость ее очистки, полное отделение металлов, а также высокие энергозатраты и капитальные затраты зачастую препятствуют внедрению пиро процессов в произ-

водство [4, 5].

До недавнего времени пульпы и растворы, содержащие сульфаты, отправлялись на обезвреживание и шлаковые отвалы по всему миру, сейчас висмутовые и селеновые шламы хранятся и по возможности продаются в виде промежуточной продукции. Несомненно, такой способ утилизации отходов приводит к дополнительной экологической нагрузке, а отсутствие технологии комплексной переработки промежуточных продуктов приводит к потере ценных компонентов, в том числе цветных и драгоценных металлов.

Работа посвящена исследованию методов переработки конвертерных пылей и отходов сернокислотного производства с целью извлечения из них цветных и благородных металлов.

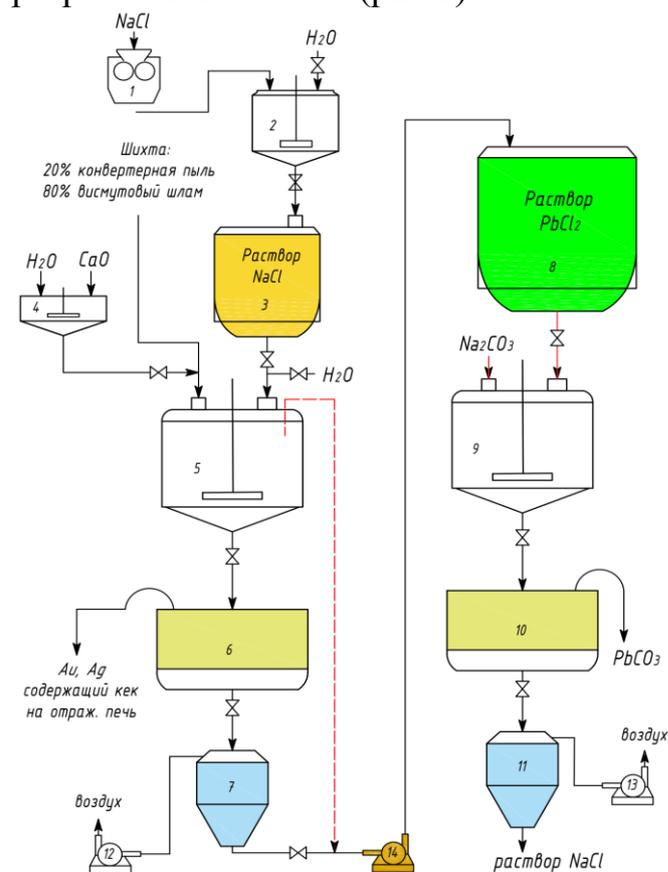
При определении содержания цветных и благородных металлов в конвертерной пыли и висмутовом шламе использование рентгеноспектральные и рентгенофлуоресцентные, атомно-эмиссионную и атомно-абсорбционную спектрометрию, а также масс-спектрометрические методы анализа дали получить достоверные данные о определении следовых количеств элементов и их распределения в исходном продукте.

Средний химический состав свинцово-висмутового шлама (в %): Pb 40; Cu 4; Zn 0,4; S<sub>общ</sub> 12; Bi 0,4; (в г/т): Au 10; Ag 300.

Средний химический состав конвертерной тонкодисперсной пыли (в %): Pb 45; Cu 3; Zn 10; As 0,3; S<sub>общ</sub> 12; Bi 0,3; (в г/т): Au 2; Ag 150.

**Результаты.** Для переработки методом химического обогащения готовят шихту, которая состоит из конвертерной

пыли медеплавильного завода и свинцово-висмутового шлама в соотношении 80:20%. Полученную шихту выщелачивали (промывали) в известковой среде для удаления сульфатов металлов. После промывки значение pH раствора увеличивали до 5,5-6 и выщелачивали поваренной солью в двух стадиях по разработанной схеме (рис.1).



**Рис.1. Технологическая схема переработки конвертерной пыли и свинцово-висмутового шлама.**

1-дробилка; 2-реактор для растворения соли; 3-расходная емкость солевого раствора; 4-чан для приготовления известкового молока; 5-реактор для солевого выщелачивания; 6,10-ленточные фильтры; 7,11-манжусты; 8- сборная емкость для хлорида свинца; 9-реактор для карбонизации; 12,13-вакуумнасосы; 14-насос.

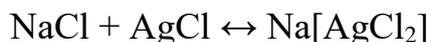
Концентрацию NaCl устанавливали на уровне 220 г/л на I стадии выщелачивания.

лачивания, 180 г/л на II стадии.

В процессе солевой выщелачивании свинец переходит в раствор в виде хлорида. Хлорид свинца растворяется и образует комплексную соль в обратной реакции:  $PbCl_2 + 2NaCl = Na_2PbCl_4$

Растворение сульфата свинца протекает по той же реакции, что и исходное хлорирование по обратной реакции:  $PbSO_4 + 2 NaCl = PbCl + Na_2SO_4$

Помимо свинца в раствор могут выделяться цинк и серебро, образуя хлориды:  $ZnSO_4 + 2NaCl \rightarrow ZnCl_2 + Na_2SO_4$

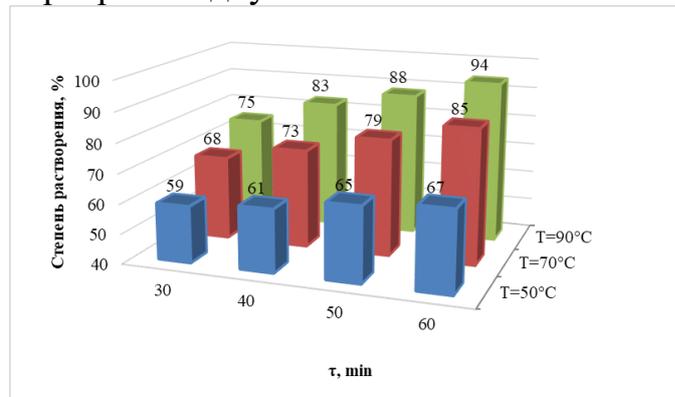


С целью извлечения свинца из конвертерной пыли и свинцово-висмутовых шламов проводилась II стадии процесса солевое выщелачивание при температурах 50, 70, 90°C с концентрацией 220 и 180 г/л хлорида натрия. Продолжительность выщелачивание устанавливали равной 2 часа на каждом стадии при соотношении Т:Ж = 1:4. Для удаления хлорида свинца из нерастворенных компонентов раствор декантировали, промывали и фильтровали.

При высокой концентрации соли в раствор переходит значительная часть серебро, поэтому исследования проводились при концентрации соли не превышающей 220 г/л.

После солевой выщелачивании на II стадии масса осадка уменьшилась на 48%. В процессе выщелачивании в раствор перешли свинец, часть серебро, в результате чего медь, цинк, золото и серебро в кек обогатились почти в два раза. Полученную кек целесообразно направить вместе с медным концентратом на отражательную плавку, при этом технологические показатели плавки

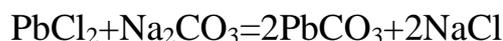
повысятся за счет выделения золота и серебра в медную штейн.



**Рис.2. Зависимость степени растворения свинца после II стадии солевое выщелачивание конвертерной пыли и свинцово-висмутового шлама от продолжительности процесса и температуры.**

В результате технологических и экспериментальных исследований были определены оптимальные технологические параметры процесса выщелачивания (рис. 2).

Соответственно, при температуре 90°C степень растворения свинца в исходном продукте составила 94%. После декантации и фильтрации содержащийся в растворе свинец карбонизировали добавкой технической соды в среде с pH 8,8-9.



После карбонизации осадок фильтровали с получением  $PbCO_3$  и раствор используют в качестве оборотного раствора.

**Заключение.** Анализ результатов проведенных экспериментов позволяет сделать следующие выводы:

- Повышение температуры в процессе выщелачивания положительно влияет на степень растворения свинца;

- В процессе солевого выщелачивания драгоценные металлы не переходят в раствор и отделяются в процессе фильтрования. Кек, в котором содержание драгоценных металлов увеличилось почти в два раза, направляется на дальнейшую переработку;

- На основе научных исследований разработана оптимальная схема переработки конвертерной пыли и свинцоо-висмутового шлама, позволяющая не только извлечь ценные компоненты, но и устранить экологические проблемы.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Саидахмедов А.А., Хасанов А.С. Изучение технологии получения металлического свинца из конвертерной пыли медеплавильного завода АО АГМК // Научно-технический и производственный журнал “Композиционные материалы” Специальный выпуск, посвященный международной Узбекско-Белорусской научно-технической конференции, Ташкент 2020. с 132-134.
2. Zhang, L. A critical review of material flow, recycling technologies, challenges and future strategy for scattered metals from minerals to wastes /Lingen Zhang, Zhenming Xu // J. Cleaner Production. — 2018. — Vol. 202. — P. 1001–1025.
3. Saidakhmedov A.A., Khasanov A.S., Buronov A.B. Studying technologies of producing metal lead from converter dust of copper melt factory jsc ammc // Eurasian Union of Scientists № 7 (76), 2020. – p 4-7.
4. Tolibov B., Saidahmedov A. Influence of mechanical processing of minerals on their structure and reactivity in further processing // ACADEMY. – Россия г.Москва, 2020. – №1 (52). – С. 6-8.
5. Saidakhmedov A.A, Buronov A.B. Analysis methods for processing dust of copper smelting factory // Proceedings of the international conference on integrated innovative development of zarafshan region achievements, challenges and prospects. 27-28 November, 2019. Navoi, Uzbekistan. p15-19.