

**МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ****ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ  
СОДЕРЖАЩИЕ ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ****Мирзанова Зулфизар Анваржоновна**

начальник лаборатории  
научно-технологического центра АО «Алмалыкский ГМК»  
Республика Узбекистан, г. Алмалык  
E-mail: [zulfizarmirzanova4@gmail.com](mailto:zulfizarmirzanova4@gmail.com)

**Муносибов Шохрух Мухиддин угли**

докторант  
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Рахимжонов Зоҳид Ботирхон угли**

инженер I категории  
научно технологического центра АО «Алмалыкский ГМК»  
Республика Узбекистан, г. Алмалык

**Каримова Шахло Кудратуллаевна.**

учебный мастер  
Учебного центра АО «Алмалыкский ГМК»  
Республика Узбекистан, г. Алмалык

**Ташалиев Фаррух Улугбекович**

ведущей инженер  
по научно технической информации и инновации  
отдела по науке и инновациям АО «Алмалыкский ГМК»  
Республика Узбекистан, г. Алмалык

**Каришибоев Шерзод Бегмамат угли**

ассистент,  
Алмалыкский филиал,  
Ташкентский государственный технический университет  
Республика Узбекистан, г. Алмалык

**TECHNOLOGY FOR PROCESSING OF MAN-GENERAL WASTE CONTAINING  
NON-FERROUS METALS****Zulfizar Mirzanova**

laboratory boss  
Scientific and technological center of JSC "Almalyk MMC"  
Republic of Uzbekistan, Almalyk  
Email: [zulfizarmirzanova4@gmail.com](mailto:zulfizarmirzanova4@gmail.com)

**Shohrukh Munosibov**

Doctoral student  
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Zokhid Rakhimjonov**

Engineer category I  
scientific and technological center of JSC "Almalyk MMC"  
Republic of Uzbekistan, Almalyk

**Shahlo Karimova**

Training master  
 Training center of JSC "Almalyk MMC"  
 Republic of Uzbekistan, Almalyk

**Farrukh Tashaliev**

Lead engineer  
 on scientific technical information and innovation  
 Department for Science and Innovation of JSC "Almalyk MMC"  
 Republic of Uzbekistan, Almalyk

**Sherzod Karshiboev**

Assistant,  
 Almalyk branch,  
 Tashkent State Technical University  
 Republic of Uzbekistan, Almalyk

**АННОТАЦИЯ**

В работе приведены исследования и изучение переработке тонких конверторных пылей медного производства с извлечением цветных металлов.

**ABSTRACT**

The paper presents research and study of the processing of fine converter dust of copper production with the extraction of non-ferrous metals.

**Keywords:** converter dust, gases, leaching, lead, zinc, copper, solution, temperature, cake, filtration, acidity, sulfuric acid, extraction.

**Ключевые слова:** конвертор пыль, газы, выщелачивание, свинец, цинк, медь, раствор, температура, кек, фильтрация, кислотность, серная кислота, извлечения.

Горно-металлургический промышленность Узбекистана является одной из важных отраслей развитие, которого немислимо без разработки и внедрение усовершенствованных и новых технологий для переработки минерального сырья, в частности полиметаллических руд, с целью комплексного извлечения ценных компонентов, В стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан «Определены задачи повышения промышленности на качественно новый уровень, глубокой переработки местных источников сырья, ускорения производства готовой продукции, освоения новых видов продукции и технологий» - поставлены важные задачи. В этом аспекте важное значение имеет научное исследование, направленное усовершенствованию и разработке новых технологий для полного извлечения цветных и драгоценных металлов из пыли медной плавки медеплавильный завод АО Алмалыкский горно-металлургического комбината. В медеплавильном производстве

АО «Алмалыкский ГМК» при плавке медной шихты образуется пылегазовый поток (ППП), состоящий из сернистого газа, грубой (85 % от валового объема пыли) и тонкой пыли (15 %) [1].

В пыли металлургических агрегатов с большим объемом отходящих газов (шахтная печь, конвертор, печь Ванюкова и другие) наблюдается высокая (до нескольких процентов) концентрация нелетучих металлов (меди, свинца, никеля, железа, и другие), которое представлены в основном частицами перерабатываемой шихты или получаемых продуктов (штейн, шлак)

**Объекты и методы исследований.** Изучение лабораторным опытом состав пыли, получаемых при конверторной переработке медных штейнов, приведен в таблице 1. Тонкая конверторная пыль медеплавильного производства представляют собой белый порошок крупностью  $-0,02 + 0,1$  мм (80-90 %) с насыпным весом  $1,3$  г/см<sup>3</sup>.

**Таблица 1.****Результаты химического анализа конверторной пыли**

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Медь	1,9-2,3	Кадмий	0,19
Свинец	16-50	Кремнезем	0,65
Цинк	9-14,7	Оксид магния	0,33
Сера общая	11,47	Оксид кальция	2,84
Сера сульфатная	8,52	Золота	1 г/т
Железа	0,46	Серебра	170-200 г/т

Основной теоретической предпосылкой, обосновывающей автономную переработку тонкой пыли методами химической обогащения, являются фазово-химический состав пыли и бесперспективность вторичной переработки материала там, где он образовался. [2]

Тонкая пыль медеплавильного завода АО «Алмалыкской ГМК», представляющие собой техногенные месторождения уникального по составу полиметаллического сырья, которое по настоящее время практически не используется. Эти месторождения отличаются от природного минерального сырья тем, что они являются продуктом технологического передела и сложены из новых минералогических образований. Более или менее упорных и сложных для переработки, работающие предприятия и технологии нередко оказываются не приспособленными для переработки отходов и требуют реконструкции, модернизации или перевооружения на базе новых прогрессивных технологических решений. Технологические схемы переработки пыли применяемые на различных заводах, различаются между собой.

Изучение большинство существующих схем за рубежом и отечественной схемы построено на селективном растворении цветных металлов, содержащихся в пылях. При этом благородные металлы остаются в нерастворенном остатке, которой направляют на аффинажное производство. Раствор содержащий сульфаты или хлориды цветных металлов, идёт в основное производство.

Технологические и экологические недостатки пирометаллургической схемы извлечения металлов из отходов и промпродуктов определяют необходимость изыскания более совершенных путей для их комплексной переработки. В этом аспекте разработка новых технологий и усовершенствование существующих технологий для повышения сквозного извлечения цветных и благородных металлов являются актуальными задачами науки и практики в производстве цветных металлов. В этом целью расширения этой задачи, особое значение имеет разработка способа комплексного извлечения всех ценных составляющих с применением комплексно комбинированного процессов обогащения химии и металлургии.

Тонкий пыль электрофильтров ПВ и конверторов с средним содержанием химических элементов (%): Pb – 31,56%; Cu – 2,20 %; Zn – 14,70 %; Fe – 0,46 %; Cd – 0,19 % SiO<sub>2</sub> – 0,65 %; S<sub>общ</sub> – 13,15 %; S<sub>SO<sub>4</sub></sub> –

8,56 %; CaO – 0,91 %; MgO – 0,06 %; поступает на кислое выщелачивание в подкисленный промывной кислоте сернокислотного цеха медеплавильного завода. Концентрация серной кислоты в растворе содержится 80-90 г/л, температура 80,0-85,0 °С, продолжительность процесса до 2,0 часа. В раствор переходят медь, цинк, кадмий в виде сульфатов. В твердом осадке (кеке) остается свинец и благородные металлы. Твердый осадок является дополнительным серём для извлечения свинца и других цветных и благородных металлов. В растворе после фильтрации проводится гидролитическая очистка. Твердый осадок направляется на двухстадийное выщелачивание с хлористым натрием. Выщелачивания проводится при следующем режимном параметре: концентрация соли первой стадии выщелачивания 250 г/л, при втором стадии выщелачивание с хлористым натрием 150 г/л, температура процесса 85-90 °С, продолжительность 2,0 часа. После двухстадийное выщелачивания с хлористым натрием в растворе проводится карбонизация свинца с добавлением натрий карбонат (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) до pH = 8,5-9. Полученный кек PbCO<sub>3</sub> прокаливается при температуре 550-570 °С продолжительность прокалики 1 час. После прокалики получаем глет и проводим восстановительную плавку с добавлением углеродсодержащего материала и флюс. В качестве углеродсодержащего материала использовали графит или кокс [3-4].

Кислое выщелачивания проводится для выщелачивания ценных компонентов из тонких пылей электрофильтра конверторов предполагается использовать на первой стадии представительную промывную кислоту СКЦ МПЗ с содержанием серной кислоты более 37,2 г/л, а также содержащую медь, цинк, рений и другие компоненты в растворе сернокислотного цеха.

В результате выщелачивания пыли при заданном соотношении Т: Ж = 1:4 происходит нейтрализация серной кислоты от исходной концентрации 80 г/л до значения pH 0,8-1 (30-35 г/л). Выщелачивание проводили при концентрациях серной кислоты 80, г/л. Температура выщелачивания 80 - 85°С. При сернокислотном выщелачивании с более содержанном Т: Ж и повышение температуры положительно влияет на степень перехода меди и цинка в раствор.

Влияние концентрации серной кислоты, температуры на извлечение медь, цинк, свинец и висмут в раствор приведено в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты выщелачивания цветных металлов из тонких пылей медного завода  
(время выщелачивания 120 мин, соотношение Т:Ж – 1:8)

№ опыта	Режимные параметры		Содержание в растворе				Содержание в кеке, %			
	Температура, °С	Кислотность, г/л	Pb, мг/л	Zn, г/л	Cu, г/л	Bi, мг/л	Pb	Zn	Cu	Bi
1/1	20-25	37,2	8,0	13,0	5,9	48,0	55,15	0,71	0,51	0,42
1/2	20-25	37,2	8,0	14,0	6,1	51,0	51,11	0,64	0,54	0,41
1/3	20-25	37,2	7,0	14,0	6,3	54,0	46,20	0,72	0,57	0,40
2/1	20-25	70-80	5,0	14,0	6,0	79,0	44,09	0,68	0,55	0,37
2/2	20-25	70-80	5,0	14,0	6,1	70,0	52,70	0,71	0,58	0,37
2/3	20-25	70-80	5,0	14,0	6,0	62,0	55,12	0,78	0,64	0,38
3/1	25-30	120	4,0	14,0	6,4	78,0	50,59	1,03	0,60	0,35
3/2	25-30	120	7,0	14,0	6,0	77,0	47,78	0,66	0,55	0,36
3/3	25-30	120	7,0	14,0	6,3	72,0	52,17	0,81	0,55	0,35
4/1	60-70	30-40	17,0	19,0	8,2	46,0	57,26	0,62	0,33	0,43
4/2	60-70	30-40	6,0	18,0	7,9	64,0	60,78	0,46	0,24	0,41
4/3	60-70	30-40	6,0	20,0	9,8	64,0	61,57	0,62	0,40	0,42
5/1	60-70	80-90	6,0	17,0	8,2	119,0	37,41	0,71	0,45	0,35
5/2	60-70	80-90	6,0	21,0	9,7	143,0	42,51	0,72	0,48	0,35
5/3	60-70	80-90	5,0	16,0	7,3	112,0	59,37	0,71	0,43	0,38
6/1	50-60	100-120	2,0	20,1	7,8	136,0	61,13	0,68	0,29	0,35
6/2	50-60	100-120	2,0	19,2	8,7	154,0	52,87	0,70	0,68	0,36
6/3	50-60	100-120	2,0	17,5	8,6	116,0	60,42	0,56	0,39	0,39
7/1	80-90	30-40	3,0	17,3	8,3	30,0	51,11	0,86	0,41	0,44
7/2	80-90	30-40	2,0	18,8	8,9	42,0	62,01	0,55	0,41	0,46
7/3	80-90	30-40	3,0	15,3	6,4	8,6	56,91	0,45	0,26	0,37

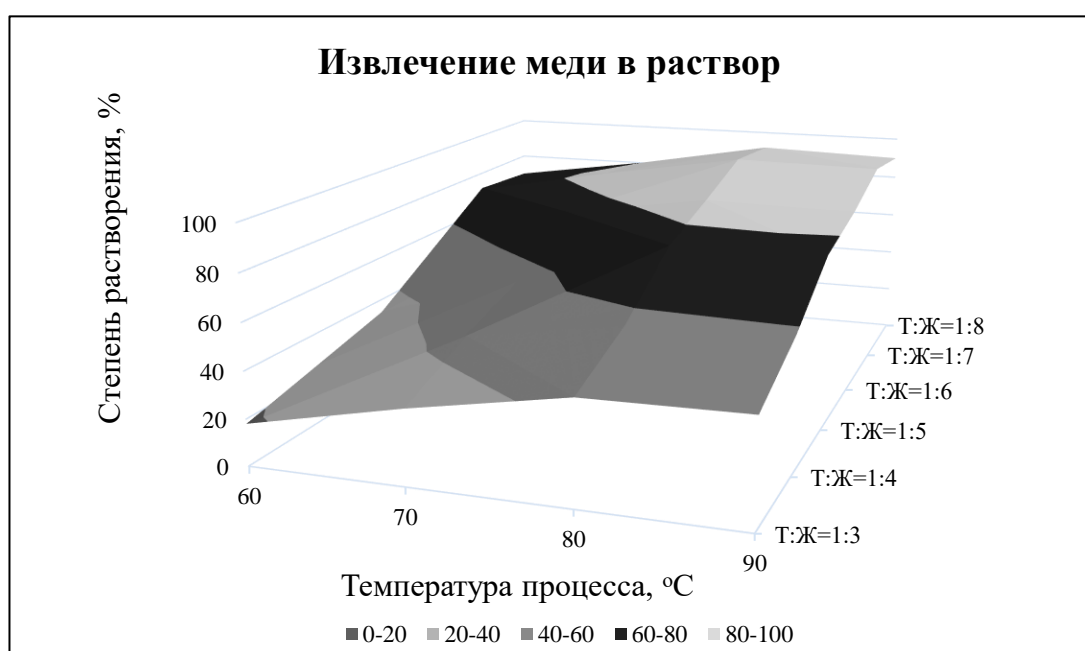
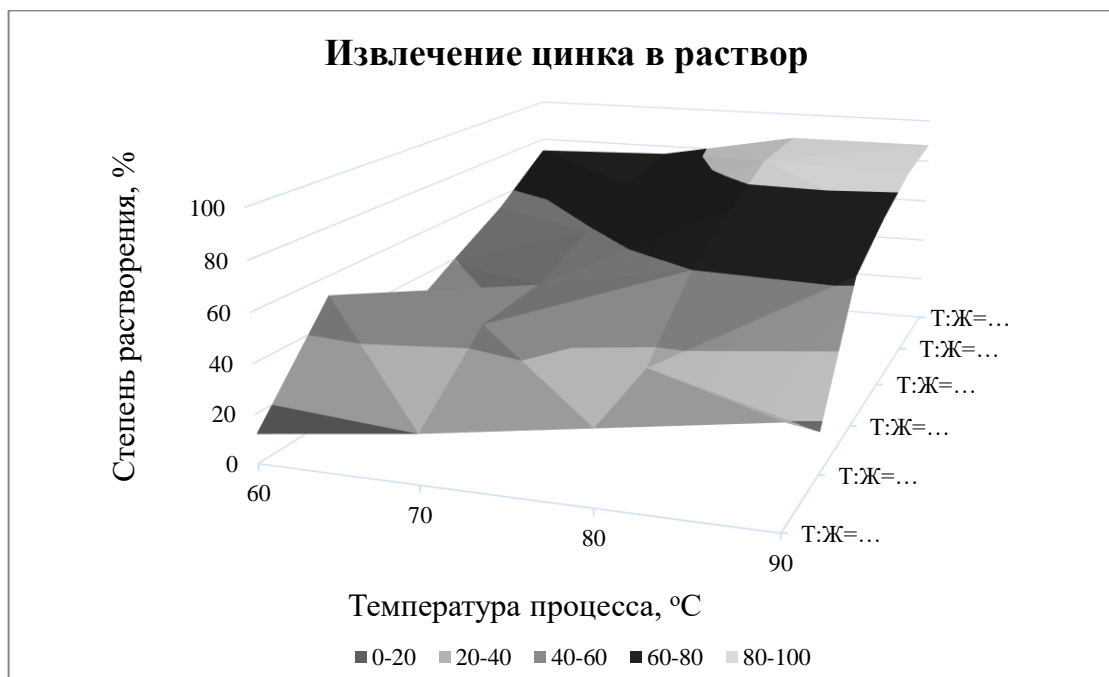


Рисунок 1. Зависимости степень растворимости цветных металлов (меди) от температуры процесса и соотношение Т:Ж.



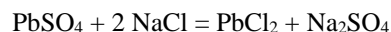
**Рисунок 2** Зависимости степень растворимости цинка в раствор от температуры процесса и соотношения Т:Ж.

Как видно из таблице № 2 при концентрации серной кислоты 90 г/л, при температуры 70 °С, и при соотношении Т:Ж=1:8 получен более положительные результаты. После сернокислотное выщелачивание с целью удаления из раствора не растворенных остатков производится фильтрация. Осадок промывали водой до рН=5,5÷6 при температуре воды 80°С. Фильтрат, полученный после фильтрации с содержанием меди 9 г/л, и цинка 21 г/л является продуктивным раствором для извлечения цинка и меди из растворов. В результате сернокислотного выщелачивание, полученный раствор переходить от светло синего до темно синего цвета.

Растворимость хлорида свинца в хлоридах натриях зависит от их концентрации и температуры раствора. Так, например, увеличение концентрации

хлорида натрия с 190 до 330 г/л, и температура раствора с 25°С до 80 °С увеличивает растворимость свинца с 3,1- 3,5 г/л до 76,6-81,1 г/л.

Растворение сульфата свинца протекает при следующей реакции.



Для вывода продукта реакции – сульфата натрия – и сдвига реакции вправо применяют смешанный растворитель, состоящий из хлоридов натрия. В раствор переходит свинец.

После кислого выщелачивания кека, с влажностью 20 % содержанием свинца 64% произвели солевое выщелачивание. Режимные параметры, влияющие на извлечение хлорида свинца приведено в таблице 3.

**Таблица 3.**

**Химические результаты анализов солевого выщелачивания**

№	Режимные параметры		Содержание элементов в растворе, г/л				Содержание элементов в кеке, %				
	Т, °С	Время выщелачивания, мин	Концентрация хлорида натрия	Cu	Zn	Pb	Bi	Cu	Zn	Pb	Bi
I	90-95	90	250-280	0,025	0,212	64,7	0,135	0,29	0,05	2,5	0,3
II		90	150-180	0,023	0,275	51,94	0,495	0,33	0,04	0,86	0,07

После двухстадийного солевого выщелачивания пульпу отфильтровали и провели горячую фильтрации. Отфильтрованный кек является дополнительным сырем для извлечения благородных металлов. Раствор после двухстадийного солевого выщелачивания и после отмывки объединяются и проводится карбонизация с добавлением карбоната натрия.

Было приготовлено 170 г/л раствора карбоната натрия. Для проведения карбонизации в солевой раствор медленно добавляется раствор кальцинированной технической соды до достижения рН=8,5-9. Температура раствора должно быть 95 °С. Процесс карбонизации считается завершенным при достижении устойчивого рН=8,5-9 (по индикаторной бумаге и по показаниям рН-метра).

Пульпа фильтруется, полученный ке́к (карбонат свинца) высушивается и прокаливается при 450-550 °С в течении 60 мин. для получения оксида свинца.

После прокалики провели восстановительную плавку с добавлением углеродсодержащего материала (графит) и кальцинированную соды при температуре 850-900°С. После плавки получили металлический свинец с чистотой 99,9%.

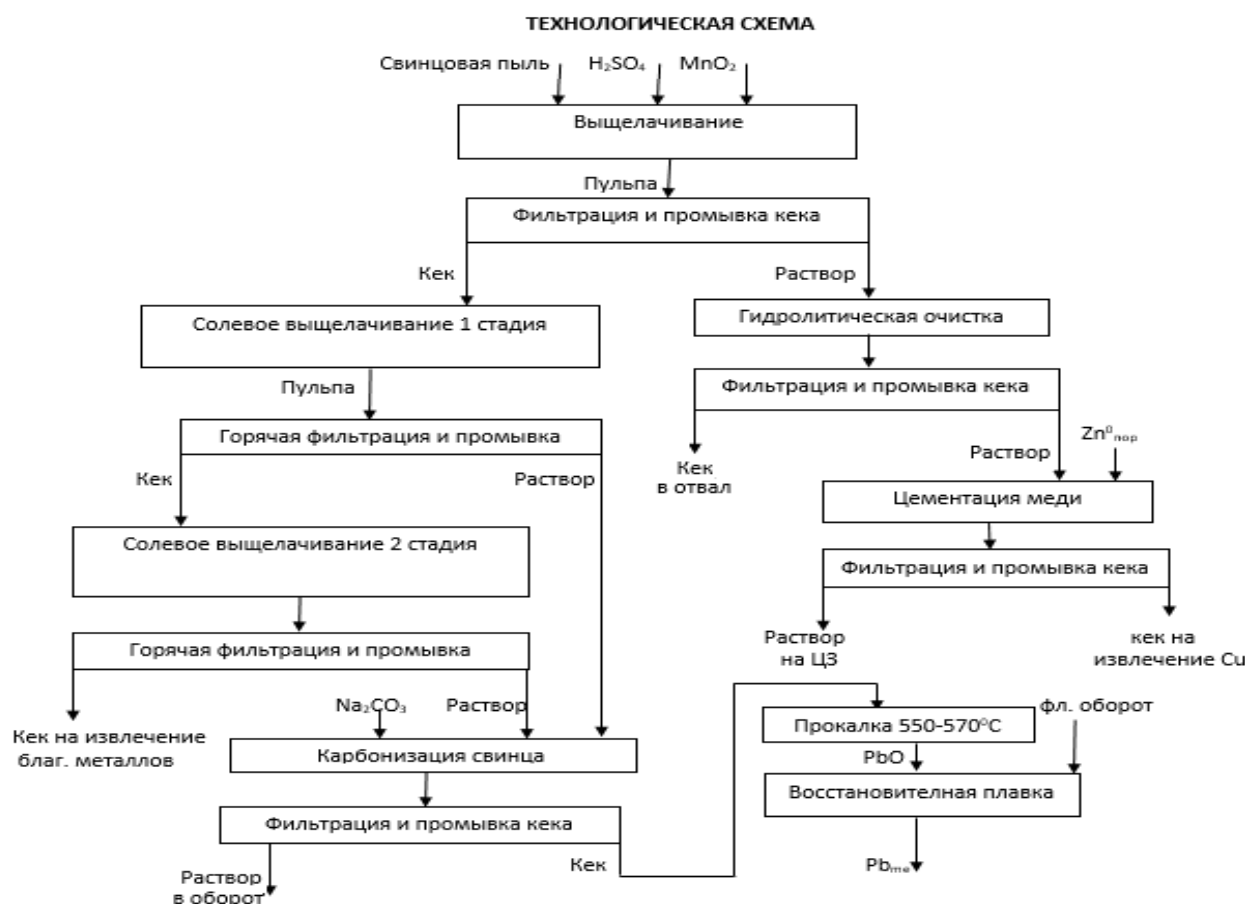


Рисунок 3. Принципиальное технологическое схема переработки тонких конверторных пылей

**Выводы.** 1. В результате лабораторных исследований изученно состав конверторной пыли, а также изучены влияющие параметры для выщелачивания, в результате чего определено для выщелачивания меди и цинка из отходов выбрано раствор серной кислоты, а для выщелачивания свинца выбрано раствор хлористого натрия.

2. Разработано в результате лабораторных исследований технология извлечения меди и цинка из конверторной пыли с применением кислотного выщелачивания и определены следующие параметры:

продолжительность выщелачивания 2 часа, температура 85 °С, концентрация серной кислоты 120 г/л. В этих условиях степень растворения металлов составили: Cu – 98 %, Zn – 93 %.

3. Разработана в результате лабораторных исследований технология извлечения из остатков сернокислотного выщелачивания и определены следующие технологические параметры 85°С, продолжительность выщелачивания 4 часа. В этих условиях степень растворения свинца составил 93,0 %.

#### Список литературы:

1. Антипов Н.И., Маслов В.И., Литвинов В.П. Комбинированная схема переработки тонких конвертерных пылей медеплавильного производства. – Цветные металлы, 1983. – №12. – С. 12.
2. Саидахмедов А.А., Хамидов С.Б., Мажидова И.И. Исследование сернокислотного выщелачивания тонкой пыли медеплавильного производства “ACADEMY”, 2020. – №1 (52). – С. 6-8.
3. Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Туробов Ш.Н., Каршибоев Ш.Б., Рахимов К.Х., Ахматов А.А. Способы извлечения редких металлов из техногенных отходов металлургического производства. XIII International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» BOSTON. (USA). December 29-30, 2019 г. С. 17-23.

4. Masidiqov E.M., & Karshiboev S. (2021). POSSIBILITIES OF INCREASING THE EFFICIENCY OF THE TECHNOLOGY OF HYDROMETALLURGICAL PROCESSING OF LEAD CONCENTRATES. Academic research in educational sciences, 2(3).
5. Асадзо К., Микио О., Хиденори Н. Переработка пылей на заводе фирмы «М киндзоку». Нихон коге кайси. 1985. №1166. – С. 247-251.
6. Патент 70803 Польша, МКИ С22В 7/02. Способ переработки свинецсодерж пылей, полученных при выплавке меди из шахтных печей. 1974.
7. Навтанович М.Л., Ромазанова И.И. Исследование технологии выщелачивания свинца и цинка из пылей электрофильтров конвертеров Норильского ГМК. Сб. «Соверш проц. перераб. рудн. сырья и полупрод. в пр-ве никеля и кобальта». – Ленинград, 1985. – С. 68-72.
8. Навтанович М.Л., Ромазанова И.И., Шалыгина Е.М. и др. Результаты промышленных испытаний технологии выделения свинца и цинка из конвертерных пылей никелевого производства. Сб. «Нов. напр. интенсиф. техн. проц. и повыш. компл. исп. сырья в металлургии никеля и кобальта». – Ленинград, 1982. – С. 85-91.