

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА  
«НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ»**



# **WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS**

**СБОРНИК СТАТЕЙ ПОБЕДИТЕЛЕЙ IX МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS»,  
СОСТОЯВШЕЙСЯ ЗО АПРЕЛЯ 2017 Г. В Г. ПЕНЗА**

**ЧАСТЬ 1**

**ПЕНЗА  
МЦНС «НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ»  
2017**

ИСТОРИЯ ЖЕСТКИХ ДИСКОВ — ОТ ПЕРВОГО HDD ДО SSD КИРЕЕВ АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ, ИНИВАТОВ ДАНИИЛ ПАВЛОВИЧ .....	118
ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРЫ ВОЗДУХА ГОРОДА УСТЬ-КАМЕНОГОРСК МЕЙРАМКУЛОВА КУЛЯШ САДЫКОВНА, ИСКАКОВА ЗАУРЕ КАЙРАТОВНА .....	122
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ГРУЗОВОГО АВТОПАРКА, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕГО ВЫВОЗ СНЕЖНОЙ МАССЫ ТВЕРДОХЛЕБОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСЕЕВИЧ.....	127
ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В РЕСПУБЛИКЕ КУБА ЛИМОНТА КАЙРО МАЙДЕЛИН, ГОНСАЛЕС ЭНРИКЕС ПЕДРО, ПИРОГОВА АНГЕЛИНА СЕРГЕЕВНА, ХАФИЗОВ ИЛЬДАР ИЛЬСУРОВИЧ .....	131
УМЕНЬШЕНИЕ ЗАГРУЖЕННОСТИ АППАРАТНЫХ РЕСУРСОВ В ПРИЛОЖЕНИЯХ НА WEBRTC АНАНЧЕНКО ИГОРЬ ВИКТОРОВИЧ, ОСИПОВ ИВАН НИКИТИЧ.....	134
ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ В АЭРОВОКЗАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ БОГДАНОВА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА, МЕЛЬГАФ АЛИНА АНАТОЛЬЕВНА.....	138
ДЕТАЛИЗИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ В АЭРОВОКЗАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ БОГДАНОВА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА, МЕЛЬГАФ АЛИНА АНАТОЛЬЕВНА.....	142
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ФЕРМЫ ТРЕУГОЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ РЫБАКОВА ЛАРИСА ЮРЬЕВНА, АДЯКОВА ЕВГЕНИЯ АЛЕКСАНДРОВНА.....	147
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ НИЗКОСОРТНОГО СЫРЬЯ ЮСУПХОДЖАЕВ АНВАР АБДУЛЛАЕВИЧ, ХОЖИЕВ ШОХРУХ ТОШПУЛАТОВИЧ, МАМИРКУЛОВ ЖАВОХИР СОБИТЖОНОВИЧ .....	152
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ МЕДИ ЮСУПХОДЖАЕВ АНВАР АБДУЛЛАЕВИЧ, ХОЖИЕВ ШОХРУХ ТОШПУЛАТОВИЧ, ЭРГАШЕВ САРДОР ШОДИЁРОВИЧ .....	157
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ BLOCKCHAIN ЯКОВЛЕВА АНАСТАСИЯ ЮРЬЕВНА .....	161
АЙТРЕКИНГ. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАКАРОВ ЕВГЕНИЙ АНДРЕЕВИЧ, МАКАРОВА ВИКТОРИЯ ВИТАЛЬЕВНА .....	164
ИССЛЕДОВАНИЕ ВХОДНОГО ТОКА ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ ПРИ РАБОТЕ ОТ МАГНИТО-ТИРИСТОРНОГО ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА КЛИМАШ ВЛАДИМИР СТЕПАНОВИЧ, ТАБАРОВ БЕХРУЗ ДОВУДХОДЖАЕВИЧ .....	167
СИСТЕМА ORACLE BIG DATA ДЛЯ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ КАБДУЛЛИН АЗАТ АМАНГЕЛЬДЫУЛЫ .....	171

УДК 669.3.0.46.4

# РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ МЕДИ

ЮСУПХОДЖАЕВ АНВАР АБДУЛЛАЕВИЧ,

д.т.н., профессор

ФИГГ «Ташкентский Государственный Технический Университет»

ХОЖИЕВ ШОХРУХ ТОШПУЛАТОВИЧ,

магистрант

ФИГГ «Ташкентский Государственный Технический Университет»

ЭРГАШЕВ САРДОР ШОДИЁРОВИЧ,

магистрант

ФИГГ «Ташкентский Государственный Технический Университет»

**Аннотация:** В отходах пирометаллургического производства меди накоплено значительное количество отвальных шлаков. Даже при среднем содержании меди в них 0,30–0,80 %, видно, что потери металлы составляет значительных. В этой связи задача создания рациональной и комплексной технологии переработки шлаков и промпродуктов медного производства является весьма актуальной. В статье рассмотрен инновационный метод снижения потерь меди со шлаком. Для проведения этого исследования использованы восстановительно-сульфидирующих комплексы (ВСК), состоящие из клинкеров цинкового производства и хвостов обогатительных фабрик АГМК. Полученные результаты показывает, что внедрение данной технологии в промышленность позволит повысить комплексности использование сырья.

**Ключевые слова:** потери меди, шлак, штейн, восстановительно-сульфидирующие комплексы, ресурсосберегающая технология.

## INCREASE OF RESOURCE-SAVING IN METALLURGY OF COPPER

Yusupkhodjayev Anvar Abdullaevich,  
Khojiev Shokhrukh Toshpulatovich,  
Ergashev Sardor Shodiyorovich

**Abstract.** The main and actually problem of pyrometallurgy of copper concentrates is copper loss in slag. The reason why this issue is actual depends on increase of tailings of metallurgical slags and in this tailings content of copper about 0,3–0,8 %. Nowadays in copper ores amount of copper is decreasing from 0,4 % to 0,3 %. That's why in recent years extensive studies have been carried out to recover the valuable metals from copper slag. So this research consists of works of recycling of converter slag which forms after bessemerization of molten matte of copper with addition of reducing-sulfiding complex. This research is the new method of decreasing amount of copper in slags. That's why according to taken results implementing this research on an industrial scale it will increase the coefficient of productivity of copper producing plants and complex using from raw materials.

**Keywords:** copper loss, slag, matte, reducing-sulfiding complex, resource-saving technology.

**Введение.** В отходах пирометаллургического производства меди уже накоплено свыше 10 млн. т отвальных шлаков отражательного передела и кислородно-факельной плавки. Даже при среднем содержании меди в них около 0,6 %, можно подсчитать, что в народно-хозяйственный оборот не вовлечено свыше 70 тыс. т меди. Ежедневно таких шлаков дополнительно образуется свыше 1000 т. В этой связи задача создания рациональной и комплексной технологии переработки шлаков и промпродуктов медного производства является весьма актуальной [1, с. 3].

**Объекты и методы исследования.** Основным объектом исследований были шлаки медеплавильного производства Алмалыкского горно-металлургического комбината. Химическому анализу мы подвергали как лежальные накопленные, так и свежие образующиеся шлаки. Обращает на себя внимание большой разброс составов шлака, особенно по содержанию меди в них. В шлаках кислородно-факельной плавки содержание меди колеблется от 0,73 до 1,33 %, конвертерных шлаках — 1,60–3,56 %, отражательного предела — 0,29–0,72 %. Представленные цифры являются средними из нескольких параллельных анализов и, поэтому, являются достаточно доверительными [2, с. 35]. Для проведения исследовательских работ мы выбрали конвертерные шлаки с наиболее часто встречающимися содержаниями меди в них в пределах 2,3–3,3 %.

В качестве сульфидизатора нами был выбраны цинковые хвосты свинцовой обогатительной фабрики АГМК. Выбор был обусловлен его огромными запасами, невостребованностью, достаточно большими содержаниями в них серы и меди. Причем по содержанию меди они сопоставимы с медно-молибденовыми рудами Кальмакирского месторождения АГМК (0,37–0,42 % Cu). Химический состав цинковых хвостов представлен в таблице 1.

Таблица 1  
Химический состав цинковых хвостов свинцовой обогатительной фабрики АГМК

№ п.п.	Элемент	Содержание, %	№ п.п.	Элемент	Содержание, %
1	2	3	4	5	6
1.	Pb	1,02	10.	Sb	0,0002
2.	Zn	1,65	11.	Te	0,0075
3.	Cu	0,30	12.	In	0,0003
4.	Fe	27,50	13.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,25
5.	Cd	0,02	14.	Co	0,0075
6.	Bi	0,0033	15.	MgO	6,11
7.	S	21,4	16.	Se	0,0018
8.	SiO <sub>2</sub>	29,4	17.	Mn	0,5
9.	As	0,028	18.	CaO	7,61

Изучение воздействия сульфидизаторов на эффективность обеднения конвертерного шлака клинкером было выполнено путем добавок в шихту пиритсодержащих хвостов свинцовой обогатительной фабрики (СОФ). При этом корректировали состав шлака добавлением известняка и хвостов медной обогатительной фабрики (МОФ), содержащих кварц. Хвосты свинцовых обогатительных фабрик содержат 50–55 % пирита [3, с. 108].

**Полученные результаты и их обсуждение.** В настоящей работе проведен цикл обеднительных плавок при температуре 1300° С по описанной выше методике. Изменяли количество восстановителя (клиникера), сульфидизатора (хвосты СОФ) и флюсующих добавок. При расчете добавок исходили из необходимости изменения состава как штейна, так и шлака в широком диапазоне. Состав сульфицирующих восстановительных комплексов, количество флюсов и результаты опытов приведены в таблице 2–3 и рис.1. Из полученных результатов, в первую очередь, рассмотрим закономерности формирования штейна. На рис.1 представлена взаимосвязь между количеством вводимого сульфидизатора и объемом получаемого штейна [4, с. 117].

Таблица 2

Результаты исследований по обеднению конвертерных шлаков с добавкой ВСК (20 % клинкера, 5 % гипса, 5 % известняка от веса шлака) в условиях перемешивания аргоном. Условия опыта: навеска шлака — 30 г, время отстоя — 30 мин; Си в шлаке — 2,3 %, Т — 1300° С.

№	Время перемешивания, мин	Выход штейна, %	Содержание в штейне, %			Извлечение в штейн, %	Выход шлака, %
			Cu	Fe	S		
1	10	12,4	18,6	44,9	22,3	86,8	86,2
2	10	12,0	18,0	46,8	23,1	83,2	85,8
3	20	11,6	20,5	43,6	22,8	87,5	84,2
4	30	12,1	19,2	46,3	23,5	90,0	82,3

Таблица 3

## Химический анализ шлаков после обеднения

Содержание в шлаке, %							Десульфуризация	Извлечение меди в штейне
Cu	Fe	SiO <sub>2</sub>	CaO	S	Zn	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>		
0,51	37,6	27,8	4,6	0,7	0,5	7,4	4,1	86,8
0,66	41,3	26,5	4,0	0,6	0,2	6,3	7,6	83,2
0,33	43,2	30,8	5,7	0,3	0,07	2,8	13,2	87,5
0,37	40,2	32,6	4,3	0,4	0,02	2,1	16,9	90

Из приведенных данных видно, что выход штейна прямо пропорционален количеству сульфидизатора на всем рассмотренном интервале изменений. При этом видно, что одно и тоже количество сульфидизатора с увеличением добавки клинкера дает увеличение выхода штейна. Это свидетельствует о том, что формирование штейна осуществляется, главным образом, за счет пирита хвостов СОФ и металлического железа клинкера. Для уточнения этой зависимости результаты взаимодействия представлены в координатах: вес штейна в граммах — количество пирита в граммах при разных добавках клинкера (% от веса шлака).

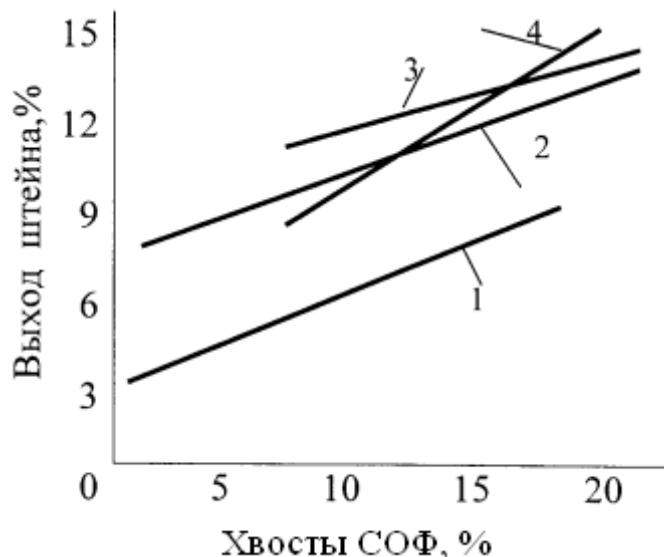


Рис.1. Зависимость выхода штейна от расхода хвостов СОФ при обеднении шлака различным количеством клинкера, % от веса шлака: 1—5 % клинкера; 2—10 % клинкера; 3—15 % клинкера; 4—20 % клинкера

Если принять во внимание то, что все обеднительные плавки проводили в восстановительных

условиях и содержание магнетита в шлаке было в интервале 2–5 %, можно ориентировочно рассчитать (по содержанию серы, меди и железа) степень металлизации штейна, пренебрегая содержанием в нем кислорода [5, с. 381]. При сопоставительном анализе относительных величин эта погрешность будет играть еще меньшее значение. Первое, что необходимо отметить, это близкое расположения всех данных к определенной линии независимо от того, на каком уровне добавки (5; 10; 15 %) осуществляется заданное соотношение, что свидетельствует о формировании штейна главным образом за счет сульфидизатора и восстановителя.

И второе, это некоторое замедление нарастания металлизации по мере увеличения соотношения восстановитель-сульфидизатор, что, вероятно, связано повышением металлизации с расходованием большой доли металлического железа на восстановление магнетита и связывание серы в сульфид железа [6, с. 7].

Полезную информацию для прогнозирования состава штейна при обеднительной плавке с пиритсодержащим ВСК дает представленная в графическом виде зависимость содержания меди в штейне от количества введенного сульфидизатора.

Как уже отмечалось ранее, одной из задач разрабатываемой технологии обеднения конвертерных шлаков ВСК в отражательной печи, является минимизация десульфуризации с целью уменьшения выброса серы с отходящими газами в атмосферу. Известно, что десульфуризация в какой-то степени определяется степенью металлизации в системе шлак — штейн.

Полученные результаты подтверждают обратно пропорциональную связь между десульфуризацией (менее 5 %) и введением клинкера не менее 20 % от веса перерабатываемого шлака. Построенная зависимость показывает, что полученные данные располагаются достаточно широкой полосой, определяемой количеством сульфидизатора вводимого совместно с клинкером. Так, при количестве сульфидизатора более 20 % от веса шлака, для десульфуризации менее 5 % требуется уже более 20 % клинкера.

#### **Выводы.**

1. По результатам экспериментов были сопоставлены технологические и экологические характеристики ВСК различных составов и разработаны рекомендации по использованию их при проведении промышленных испытаний.

2. Определены оптимальные соотношения компонентов ВСК, при использовании которых получаются наиболее удовлетворительные результаты.

#### **Список литературы**

1. Рахимов В. Р., Алимходжаев С. Р., Сайдахмедов Х. М. Сыревая обеспечения горнодобывающей промышленности Узбекистана. «Горный журнал». 2001. № 8, с. 3–5.
2. Сигедин В. Н., Аранович В. Л., Довченко В. А. Прогресс медной плавки на Алмалыкском горно-металлургическом комбинате. «Горный журнал» № 4. 1999. с. 34–39.
3. Хасанов А. С., Санакулов К. С., Юсупходжаев А. А. Металлургия цветных металлов. Ташкент, «Фан» 2010 г. — 287 с.
4. Юсупходжаев А. А., Мирзажанова С. Б. Теория пирометаллургических процессов. Ташкент. ТашГТУ, 2015 г. — 200 с.
5. A. K. Biswas, W. G. Davenport. Extractive Metallurgy of Copper. Pergamon, 2014, P. 489.
6. A. A. Yusupkhodjayev, Sh.T. Khojiyev. Methods of decreasing of Copper loss with slag in Smelting Processes// International Academy Journal Web of Scholar//Kiev, RS Global Media LLC. Vol. 2(11), March 2017. pp. 5–8.

© А. А. Юсупходжаев, 2017

© Ш. Т. Хожиев, 2017

© С. Ш. Эргашев, 2017