

**Акционерное общество  
«Екатеринбургский завод по  
обработке цветных металлов»  
(АО «ЕЗ ОЦМ»)**

Россия, 624097, Свердловская обл.,  
г. Верхняя Пышма,  
проспект Успенский, 131  
Тел.: +7 (343) 311-46-00, 311-46-03  
Факс: +7 (343) 311-46-01  
E-mail: [mail@ezocm.ru](mailto:mail@ezocm.ru)



**Joint-stock company  
«Ekaterinburg Non-Ferrous  
Metals Processing Plant»  
(JSC «ENFMPP»)**

131 Prospect Uspenskij,  
Verhnjaja Pyshma city,  
Sverdlovsk region, 624097 Russia  
Phone: +7 (343) 311-46-00, 311-46-03  
Fax: +7 (343) 311-46-01  
E-mail: [mail@ezocm.ru](mailto:mail@ezocm.ru)

## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Каримова Кирилла Ахтямовича  
«Автоклавная переработка мышьяксодержащих промпродуктов медеплавильного  
производства», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности «05.16.02 – Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

### **Актуальность работы**

Сульфидное сырьё, перерабатываемое на медеплавильных заводах Урала, может содержать значительные количества мышьяка. Мышьяк, в силу своих свойств, концентрируется в тонкой пыли. Ввиду ограниченности спроса на соединения мышьяка тонкие пыли могли бы быть захоронены. Однако высокая растворимость оксидов мышьяка в воде и присутствие в тонкой пыли значительных количеств ценных цветных металлов вынуждают предприятия перерабатывать данные промпродукты. Традиционно переработку ведут пирометаллургическими методами, дополнительно вовлекая в процесс другие промпродукты. При этом мышьяк и ценные компоненты распределяются по продуктам плавки, которые требуют дополнительной переработки, возникает технологический круговорот мышьяка. Использование гидromеталлургических методов в данном случае представляется разумным, поскольку потенциально они способны обеспечить количественное разделение мышьяка и ценных компонентов, с последующим осаждением первого в виде труднорастворимых форм и селективным выделением вторых в отдельные промпродукты.

### **Характеристика работы**

Материал автореферата изложен грамотно, логично и не имеет ошибок принципиального характера. Цель работы и задачи исследований понятны. Методы исследований являются достаточно точными и современными. Планирование экспериментов, полученные результаты, их интерпретация и выводы отвечают критериям научности.

Прежде всего, обращает на себя внимание комплексный подход к изучению вопросов переработки мышьяксодержащих промпродуктов. Учитывая используемый на предприятиях «УГМК» пирометаллургический метод переработки тонкой пыли медеплавильного производства, автор последовательно и глубоко изучил возможности применения гидromеталлургических методов для переработки продуктов восстановительной плавки – штейна и вторичной пыли. В качестве альтернативы изучен вариант прямой автоклавной переработки тонкой пыли.

Поскольку для высокожелезистых штейнов одностадийное окислительное сернокислотное автоклавное выщелачивание не является эффективным, автор предложил оригинальный приём – проводить предварительную автоклавную обработку штейнов растворами сульфата меди, что позволяет количественно извлекать железо и мышьяк в раствор. Последующее окислительное автоклавное выщелачивание кеков позволяет извлекать в раствор до 99 % меди. Тем не менее, отмечается, что сквозное извлечение меди в раствор не превышает 88 %, поскольку значительная её часть теряется на стадии восстановительной плавки тонкой пыли (более того, потери цинка со шлаками достигают



84 %). Указанные обстоятельства обусловили интерес автора к изучению прямой автоклавной переработки тонкой пыли, без её предварительной восстановительной плавки.

Автором в лабораторных условиях разработана и в ходе укрупнённых испытаний опробована технология прямой автоклавной переработки тонкой пыли. При последовательном атмосферном и автоклавном выщелачивании тонкой пыли получают три основных продукта: свинцовый кек, медно-цинковый раствор и раствор, содержащий железо и мышьяк. Медь из второго продукта извлекают гидротермальным осаждением на халькопирите. Свинцовый, медный и цинковый промпродукты пригодны для переработки на профильных предприятиях. Необходимо отметить, что извлечение ценных компонентов (Pb, Cu, Zn) в соответствующие промпродукты составляет не менее 95 %. В этом заключается практическая значимость работы.

Большой интерес вызывают приёмы, предложенные автором для переработки раствора, содержащего железо и мышьяк, с переводом последнего в труднорастворимую форму. Впервые обнаружено, что введение ионов железа и меди в раствор при гидротермальном осаждении арсенатов железа существенным образом интенсифицирует процесс окисления мышьяка (III) до мышьяка (V). В этом заключается научная новизна и теоретическая значимость работы. После окисления мышьяк осаждается в виде ферро-арсенатов переменного состава. Ферро-арсенатные кеки предложено сплавлять с элементной серой. Обращает на себя внимание педантичность автора, с которой он подошёл к оценке безопасности полученного продукта: в ходе многодневных экспериментов удалось установить, что вымываемость плава находится на уровне вымываемости мышьяксодержащих минералов, что позволяет проводить их захоронение. Извлечение мышьяка в ферро-арсенатный кек при этом составляет 90 %.

Таким образом, применение предложенных автором гидрометаллургических методов переработки тонкой пыли медеплавильных производств является разумным и эффективным.

### Вопросы и замечания

1. В зависимости от типа исходного сырья (штейны, тонкие или вторичные пыли), получаемые свинцовые и медные промпродукты (кеки, гранулы) могут содержать 0,4-2,5 % мышьяка. В каких формах мышьяк находится в них? Являются ли они токсичными? И могут ли они оказать негативное влияние, например, на процесс производства свинца на профильном предприятии?

2. Каковы перспективы использования ферро-арсенатных кеков в процессах получения соединений мышьяка?

### Заключение

Диссертация Каримова К. А. соответствует специальности «05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов» и отрасли «Технические науки», а также требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней. Технические и технологические решения являются научно обоснованными, полностью подтверждаются исследованиями, проведёнными автором лично или при его непосредственном участии. Вопросы и замечания, высказанные выше, не снижают общей высокой оценки работы. Цель работы достигнута, поэтому автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук.

Кандидат технических наук,  
директор по производству  
АО «ЕЗ ОЦМ»



Богданов Владимир Иванович

8 декабря 2016 г.

Подпись Богданова Владимира Ивановича заверяю  
и. о. генерального директора  
АО «ЕЗ ОЦМ»



Воробьёв Дмитрий Борисович