

Д.Б. Холикулов, проф., д-р техн. наук,
зам. директора по научной работе и инновациям;
Ш.Ж. Худоймуратов, ассист. кафедры «Металлургия»;
О.Н. Болтаев, Ph.D., доц. кафедры «Металлургия»;
Ш.Т. Хожиев, Ph.D., доц. кафедры «Металлургия»;
(Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического
университета им. Ислама Каримова, г. Алмалык, Узбекистан)

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Современное развитие металлургической промышленности требует внедрения инновационных технологий, которые направлены на рациональное использование сырьевых ресурсов и минимизацию воздействия на окружающую среду.

В последние десятилетия внимание ученых и инженеров сосредоточено на поиске решений, которые бы позволяли эффективно перерабатывать отходы производства, извлекая из них ценные компоненты и при этом снижая вредное влияние на экосистему. Одной из таких задач является разработка методов извлечения драгоценных металлов из технологических растворов, образующихся при производстве меди.

Технологические растворы, образующиеся в процессе меди, содержат значительные количества драгоценных металлов, таких как золото, серебро, платина и другие, что делает их переработку не только экономически выгодной, но и экологически важной. Эти растворы, как правило, образуются в процессе гидрометаллургической переработки руд, а также в ходе различных технологических операций, связанных с очисткой и экстракцией меди. Однако при обычном процессе нейтрализации и обезвреживания этих растворов они часто направляются на хвостохранилища, что приводит к потере ценных компонентов, таких как золото и серебро (рис. 1).

Важным аспектом проблемы является то, что в таких растворах могут находиться и токсичные вещества, такие как ртуть, кадмий и другие тяжелые металлы, которые, даже в малых концентрациях, оказывают опасное воздействие на экологию и здоровье человека. Эти вещества, оставаясь в процессе, могут загрязнять почву, воду и воздух, что делает необходимым разработку безопасных методов их извлечения и утилизации.

Целью данной работы является изучение существующих методов извлечения драгоценных металлов из технологических растворов

медного производства и разработка рекомендаций по оптимизации этих процессов. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- изучить состав технологических растворов, образующихся при производстве меди, а также идентифицировать основные компоненты, которые могут быть переработаны или извлечены;
- провести сравнительный анализ существующих методов извлечения драгоценных металлов, таких как золото, серебро и платина, из этих растворов, оценив их эффективность и экологическую безопасность и разработать рекомендации по улучшению существующих технологий с целью повышения извлечения драгоценных металлов и снижения воздействия токсичных компонентов на окружающую среду.

Таким образом, задача заключается не только в повышении эффективности процессов переработки технологических растворов, но и в создании более экологически безопасных технологий, которые смогут минимизировать выбросы вредных веществ в природу и обеспечить устойчивое использование ресурсов [1].

Исследование основывалось на комплексном подходе, который включал лабораторные, аналитические и экспериментальные методы. Для анализа состава технологических растворов использовались такие высокоточные методы, как атомно-абсорбционная спектрометрия, позволяющая точно определить концентрацию металлов, и рентгенофазовый анализ, который помогает выявить фазовый состав и минералогическую структуру компонентов растворов.

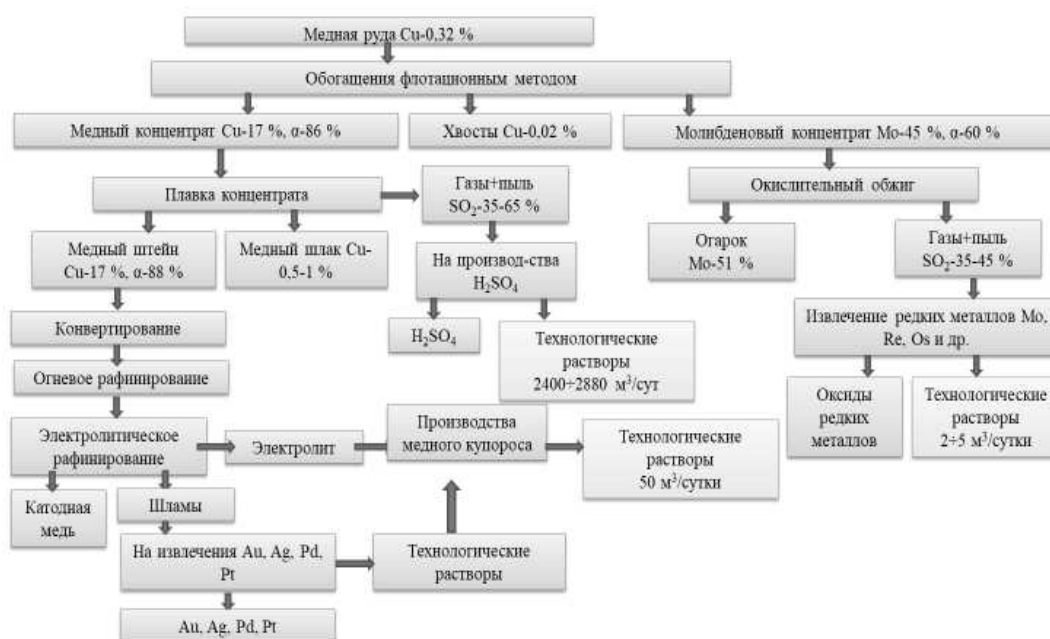


Рисунок 1 – Принципиальная схема образования технологических растворов при производство меди

Для оценки эффективности различных методов извлечения драгоценных металлов проводились эксперименты с модельными растворами и полупромышленные испытания, которые обеспечили более точную картину поведения растворов в реальных условиях производства. Экономическая эффективность предложенных методов была рассчитана с учетом всех расходов, включая затраты на реагенты, оборудование и энергоресурсы, что позволило объективно оценить целесообразность внедрения технологии на практике.

Анализ составов растворов медного производства показал наличие в них значительных количеств драгоценных металлов, таких как золото (до 0,01 г/л), серебро (до 0,05 г/л), а также платина и палладий (до 0,002 г/л), что свидетельствует о потенциальной ценности таких растворов для переработки. В дополнение к этим металлам, растворы также содержат медь, никель и другие металлы, что создает определенные сложности при их переработке, так как для эффективного извлечения драгоценных металлов необходимо учитывать присутствие и этих элементов. Для извлечения драгоценных металлов были рассмотрены несколько методов, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества.

Сорбционные методы. Эти методы предполагают использование активированных углей и специализированных сорбентов для селективного извлечения золота и серебра из растворов. Сорбция является эффективным методом благодаря высокой адсорбционной способности угля и других сорбентов.

Электрохимические методы включают осаждение драгоценных металлов на катодах с помощью электрического тока, что позволяет извлечь металлы с высокой степенью чистоты.

Цементация – в этом методе используется цинк для осаждения золота и серебра из растворов, что является достаточно простым и дешевым процессом, однако он требует точной настройки условий для предотвращения осаждения других металлов.

Озонирование – этот процесс включает окисление примесей с целью повышения эффективности последующего осаждения металлов. Озон помогает удалять органические и некоторые неорганические примеси, что позволяет улучшить качество растворов и повысить селективность извлечения металлов.

Наибольшую эффективность продемонстрировали сорбционные и электрохимические методы. Сорбция активированными углями и электрохимическое осаждение обеспечили наибольшую степень извлечения золота и серебра, достигая показателей в 95–98 %. Это под-

черкивает необходимость дальнейшего развития этих технологий, а также их сочетания для получения оптимального результата.

Оптимизация технологии извлечения драгоценных металлов может быть достигнута с помощью комбинированных методов, включающих предварительное озонирование растворов для удаления органических примесей, а затем последующую сорбцию для селективного извлечения драгоценных металлов. Этот подход позволяет значительно улучшить селективность извлечения и сократить затраты на реагенты, что ведет к экономии ресурсов.

Расчеты показали, что комбинированный метод позволяет сократить расход реагентов на 20–30 %, при этом эффективность извлечения драгоценных металлов остаётся высокой.

Срок окупаемости внедрения новой технологии составляет всего 2–3 года, что подтверждает ее экономическую эффективность. Изученные технологические растворы медного производства представляют собой ценнейший источник драгоценных металлов, что обосновывает целесообразность их переработки.

Таким образом, предложенные методы переработки технологических растворов медного производства с извлечением драгоценных металлов представляют собой эффективное и перспективное решение для повышения эффективности металлургических процессов и улучшения экологической ситуации.

Рекомендации по дальнейшим исследованиям и внедрению технологии будут способствовать дальнейшему развитию этой области и реализации потенциала металлургической отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холикулов Д.Б. Разработка технологии переработки технологических растворов медного производства. Монография. – Алмалык: ТГТУ, 2024. – 112 с.

УДК 661.847.22

Ш.Р. Рахимкулов, асп.
(ТХТИ, г. Ташкент, Узбекистан);

М.А. Самадий, проф., канд. техн. наук
(КИЭИ, г. Карши, Узбекистан)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА ЦИНКА

Оксид цинка (ZnO) – неорганическое соединение, состоящее из цинка и кислорода. ZnO обычно встречается в виде белого кристалли-