

**РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ
ЛОМАСЕРЕБРОСОДЕРЖАЩИХ КОНТАКТОВ МЕТОДОМ НАСЫПНОГО
АНОДА**

Буянова Т.С.,

научный руководитель канд. техн. наук Рюмин А.И.,

ст. преподаватель Селина Е.А.

Сибирский Федеральный университет

В процессе изъятия драгоценных металлов из лома электротехники и электроники в значительных количествах формируются партии серебросодержащих контактов. Контакты являются композитом состава: Ag-CuO, Ag-CdO, Ag-Ni, Ag-NiO.

В целях опробования и переработки их разделяют на немагнитные (Ag-CuO, Ag-CdO) с содержанием серебра около 80% и магнитные (Ag-Ni, Ag-NiO) с содержанием серебра около 60%.

Существующая практика переработки данного вида сырья предусматривает полное растворение контактов в азотной кислоте и осаждение из раствора серебра в виде труднорастворимой соли AgCl. После отмывки полученную соль восстанавливают в водной пульпе порошком железа с получением цементного серебра. Материал отмывают, сушат и сдают на аффинажный завод порошок, содержащий 92-96% серебра.

Интерес представляет рассмотрение различных вариантов электрохимической переработки контактов. Один из вариантов заключался в полном растворении контактов (преимущественно Ag-Ni, Ag-NiO) и последующем электрохимическом осаждении серебра электролизом с нерастворимым анодом. Это позволяет исключить операцию получения хлорида серебра и получить катодный металл, содержащий более 98% серебра.

Второй вариант решает еще и экологическую задачу, т.е. снижение выбросов оксидов азота. Он предусматривает электрохимическую переработку контактов электролизом с растворимым насыпным анодом. Серебро на аноде растворяется, а на катоде восстанавливается до металла. Цветные металлы, входящие в состав контактов, на катоде не восстанавливаются.

Первый способ переработки лома серебросодержащих контактов на начальной стадии включал в себя полное химическое растворение контактов, содержащих 60% Ag и 40% Ni и NiO, в концентрированной азотной кислоте с дальнейшим получением электролита, содержащего 40 г/л серебра.

Экспериментальное исследование показателей электролитического осаждения серебра из азотнокислых растворов выполнялось в лабораторном масштабе. При этом изучались зависимости чистоты осажденного серебра и катодного выхода по току от силы тока. Контролировалось качество полученных катодных осадков, накопление примеси никеля в электролите и остаточная концентрация серебра в электролите.

Методика экспериментов по электроосаждению серебра с нерастворимым анодом заключалась в том, что раствор, полученный на перделе выщелачивания, направлялся в электролизную ячейку (объем электролита составлял 0,250 см³) оснащенную одним катодом и одним анодом из нержавеющей стали. В качестве катода использовалась пластина нержавеющей стали, площадь поверхности которой

составляла по $0,33 \text{ см}^2$ с каждой стороны. Анодные пластины использовались равными по площади катоду. Межэлектродное расстояние составляло 35 – 37 мм. Через раствор пропусклся постоянный ток равный 1,75 – 3 А. Сила тока поддерживалась постоянной, изменение напряжения на ванне фиксировались каждые 10 минут. Процесс электролитического осаждения серебра осуществляли без подогрева электролита, при температуре 20 -22⁰С. Осаждение серебра проводили циклично, время одного цикла составляло 1 час. По окончании каждого цикла эксперимента оценивался выход по току и чистота катодного серебра, остаточная концентрация серебра в растворе электролита и накопление в нем примеси никеля. В процессе электролиза прозрачность и цвет электролита изменялся. В ходе проведенных экспериментов установлено, что с уменьшением содержания серебра в электролите напряжение на ванне увеличивается. На катоде серебро выделяется в виде мелкодисперсного легко отслаиваемого порошка светло-серого цвета с заметными включениями игольчатой формы. Полученное серебро легко отделяется от катодной матрицы, далее осуществлялась промывка и сушка катодного осадка. Высушенный конечный продукт весом 6.87 г представляет собой металлическое серебро чистотой 98% . Выход по току составляет 68.3%. По окончании процесса остаточная концентрация серебра в растворе составила- 2.6 г/л, никеля- 20,4 г/л. Обогащенный по серебру электролит, содержащий 1-2г/л серебра и более 25 г/л никеля далее целесообразно выводить из процесса с целью последующего осаждения серебра в виде AgCl.

Второй способ переработки лома серебрясодержащих контактов методом насыпного анода включал в себя приготовление электролита с использованием чистого аффинированного серебра (массовая доля примесей менее 0.005%), что в дальнейшем позволило исключить влияние примесей на процесс формирования катодного осадка серебра.

Электролит готовили растворением серебра в HNO₃, с концентрацией серебра 50 г/л.

При использовании метода растворимого насыпного анода с одновременным получением высокочистого металлического серебра важное значение имеет ограничение вредного воздействия используемой технологии или ее компонентов на окружающую среду.

Процесс электролитического осаждения серебра методом насыпного анода осуществляли из контактов, содержащих 60% Ag и 40% Ni и NiO. Контакты, общей массой 111г загружали в перфорированную пластиковую корзину с графитовым стержнем в качестве электрода. Анодную корзину помещали в корпус электролизера, прямоугольной формы, заливали электролит, объемом 200 мл. Для сбора анодного скрапа использовали тканевый мешок. В качестве катода использовалась пластина нержавеющей стали, площадь поверхности которой составляла по $0,33 \text{ см}^2$ с каждой стороны. Межполюсное расстояние составляло 32 мм от внешней стенки анодной корзины. Режим проведения электролиза был аналогичен описанному выше, первому способу, с целью сопоставления полученных результатов, т.е. сила тока 1.75 – 3 А, напряжения на ванне фиксировались каждые 10 минут. Процесс электролитического осаждения серебра осуществляли также без подогрева электролита, при температуре 20-22⁰С. Осаждение серебра проводили циклично, время одного цикла составляло 1 час. По окончании каждого цикла эксперимента оценивался выход по току и чистота катодного серебра, остаточная концентрация серебра в растворе электролита и накопление в нем примеси никеля. В ходе проведения эксперимента зафиксировано, что катодное серебро имеет заметное количество крупных дендритных включений. Сами катодные осадки получаются в виде рыхлых, крупных, неоднородных частиц. Катодные осадки легко отделяются от катода. После промывки и сушки, масса катодных осадков составила 9.53г, масса анодного шлама- 17.9г. Выход по току в данном случае составляет 64.3% . Содержание серебра в катодном осадке – 98-99%. По

окончании процесса остаточная концентрация серебра в растворе составила- 4.3г/л, никеля- 96,3г/л. Указанная концентрация никеля в растворе электролита не ухудшает показателей электролиза и позволяет проводить процесс анодного растворения контактов до содержания никеля в электролите до 200 г/л. Обогащенный по серебру электролит, содержащий около 200 г/л никеля далее целесообразно выводить из процесса и направлять на электроосаждение серебра из нитратных растворов с нерастворимым анодом, предложенном нами, как первый вариант переработки серебряносодержащих контактов.

В процессе исследований получены удовлетворительные данные, позволяющие утверждать, что предложенные способы представляют практический интерес, выгодно с экологической точки зрения отличающиеся от существующих методов переработки.