УДК 624.131:551.3

А.Н.ТЕЛЯКОВ, *канд. техн. наук, ассистент, ptpe_spmi@bk.ru*
С.А.РУБИС, *аспирант, ptpe_spmi@bk.ru*
Д.В.ГОРЛЕНКОВ, *канд. техн. наук, ассистент, ptpe_spmi@bk.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

A.N.TELIAKOV, *PhD in eng. sc., assistant lecturer, ptpe_spmi@bk.ru*
S.A.RUBIS, *post-graduate student, ptpe_spmi@bk.ru*
D.V.GORLENKOV *PhD in eng. sc., assistant lecturer, ptpe_spmi@bk.ru*
Saint Petersburg State Mining University

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННОГО СЫРЬЯ, СОДЕРЖАЩЕГО БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

В работе проведена оценка сырья, поступающего на переработку. Селективно получены различные по минералогическому составу концентраты. Проведено исследование по раздельной переработке концентратов с целью повышения извлечения благородных металлов.

***Ключевые слова*:** радиоэлектронный лом, концентраты, сепарация, плавка, платина, палладий.

DEVELOPING AN EFFECTIVE TECHNOLOGY FOR PROCESSING OF INDUSTRIAL RAW MATERIALS CONTAINING NOBLE METALS

In the given work assessment of raw materials is conducted. Concentrates with different mineralogical composition selectively obtained. A study on the separate processing of concentrates is conducted in order to enhance extraction of noble metals.

***Key words*:** radio-electronic scrap, concentrates, separation, smelting, platinum and palladium.

Проблема переработки отходов радиоэлектронной промышленности (ОРП), содержащих благородные металлы, постоянно растет. Поэтому поиск новых источников благородных металлов весьма актуален. В настоящее время наблюдается резкое сокращение добычи благородных металлов и в связи с этим возрастает роль вторичного сырья металлургии. Извлечение золота, серебра, платины и палладия из отходов экономически более выгодно, чем из руд. Проблема дефицита благородных металлов обусловила появление комплексов по переработке лома радиоэлектронной промышленности. К комплексам по переработке ОРП предъявляют высокие требования, которые учитывают максимальное извлечение драгоценных металлов из бедного сырья и уменьшение массы хвостов-остатков. Немаловажно также то, что наряду с извлечением драгоценных металлов можно получать дополнительно еще и цветные металлы, например, медь, никель, алюминий и др.

В определенной степени технический уровень переработки вторичного сырья, содержащего благородные металлы, а также полнота его учета и сбора, связаны с проблемой классификации этого сырья. Состав отходов, в частности лом электронной и электротехнической промышленности, очень разнообразен и резко колеблется, вследствие чего классификация такого лома затруднительна. Наряду с благородными, цветными металлами и сплавами в нем присутствуют

включения стали, алюминия и неметаллические составляющие (керамика, резина, стекло, пластик и др.) [1].

Для количественной оценки вещественного состава радиоэлектронного лома были проведены анализы металлизированных фаз с учетом массы радиоэлектронного лома различных производителей электронной промышленности. Пробы были проплавлены при температуре 1450 °С в печи Таммана и проанализированы на рентгеновском анализаторе Philip PW 2400. Отмечено наличие 0,1-0,5 % золота; 0,01-0,02 % платины; 0,05-0,2 % палладия [2].

Благородные металлы могут содержаться в таком материале в виде плакировки, припоя, гальванических покрытий, а сам основной материал может быть металлическим или неметаллическим.

В настоящее время в России и за рубежом не существует единой классификации вторичного сырья, содержащего благородные металлы. Условно весь радиоэлектронный лом можно разделить на две группы:

1) бедный радиоэлектронный лом с содержанием благородных металлов в исходном сырье не более 0,1 %.

2) богатый радиоэлектронный лом с содержанием благородных металлов в исходном сырье более 0,1 % [3].

На рис.1 представлена разработанная нами технологическая схема переработки радиоэлектронного лома.

При переработке радиоэлектронного лома по данной схеме образуются различные по составу концентраты (табл.1). Шлам, полученный в ходе электролиза, пригоден для получения золотосеребряного сплава.

Плавки осуществлялись в печи Таммана при температуре 1250-1450 °С в графитошамотовых тиглях объемом 200 г (по меди). В табл.2 представлены результаты лабораторных плавок различных концентратов и их смесей. Без осложнений расплавлялись концентраты Л-1 – Л-3. Температура плавления 1200-1250 °С.

В результате исследований выяснилось, что перед измельчением в молотковой дробилке целесообразно выделять конденсаторы, так как платина и палладий, находящиеся в

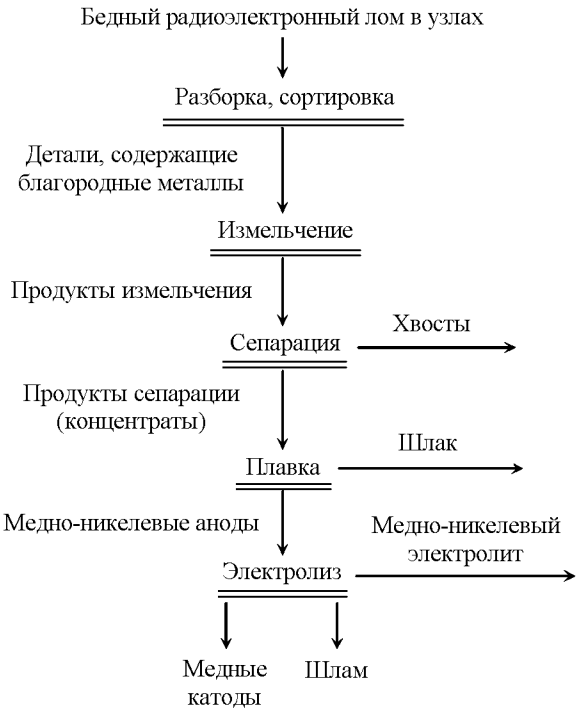


Рис.1. Технологическая схема переработки радиоэлектронного лома

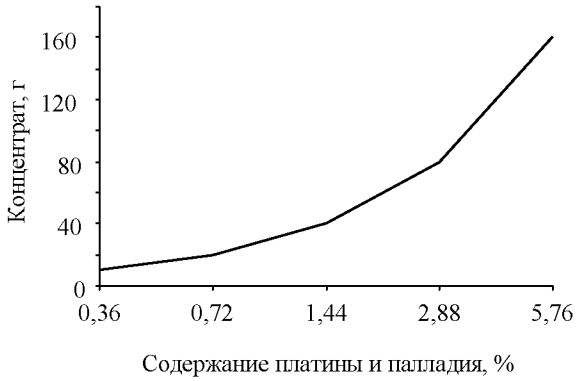


Рис.2. Результаты растворения концентратов из конденсаторов в медном расплаве

сырье при магнитной и электросепарации, извлекаются не полностью. Это приводит к весомой потере (до 25 %) благородных металлов. Кроме того, данные концентраты требуют для расплавления температуру 1400-1450 °С.

Из-за большого содержания платины и палладия в концентратах из конденсаторов разработан способ их отдельной переработки в рамках технологии, позволяющей снизить потери платины и палладия. В общем виде методика растворения платиноидов в расплаве меди выглядит следующим образом.

Таблица 1

Материальный состав концентратов

Концентрат	Содержание элементов, %									
	Cu	Ni	Co	Zn	Fe	Ag	Au	Pd	Pt	Прочие
Серебряно-палладиевые	64,7	0,02	След	21,4	0,1	2,4	След	0,3	0,01	11,8
Золотосодержащие	77,3	0,7	0,03	4,5	0,7	0,3	1,3	0,5	0,01	19,16
Магнитные	След	21,8	21,5	0,02	36,3	След	0,6	0,05	0,01	19,72
Из конденсаторов	0,2	0,59	0,01	0,05	1	0,2	–	2,8	0,8	14,9 MgO 25,6 CaO 2,3 Sn 2,5 Pb 49,5 R_2O_3

Таблица 2

Результаты плавок радиоэлектронного лома

Номер плавки*	Содержание, % к общему									
	Cu	Ni	Co	Zn	Fe	Ag	Au	Pd	Pt	Прочие
Л-1	79,4	0,02	След	0,06	0,1	3,5	0,01	0,9	0,01	16
Л-2	1,4	44	2,1	0,07	40,4	0,2	0,8	0,05	0,01	10,97
Л-3	77,3	0,7	0,03	4,5	0,7	0,3	1,3	0,5	0,01	19,16
П-1	56,8	7,6	0,4	24,8	6,5	2,7	0,13	0,6	0,007	0,46
П-2	65,4	2,1	0,05	10,8	0,7	7,2	0.06	1,4	0,007	12,28
П-3	58,5	9,2	1,3	10,05	9,7	4,7	0,15	0,9	0,007	5,14

* Л – лабораторная плавка; П – полупромышленная плавка

Медь загружается в индукционную печь, нагретую до температуры 1100 °С. В расплав меди вводятся конденсаторы радиоэлектронного лома. Затем расплав тщательно перемешивают и выдерживают при температуре 1100 °С в течение 15 мин.

По данной методике был проведен ряд экспериментов с постепенным повышением концентрации платиноидов в расплаве меди (рис.2).

При концентрации платиноидов более 5,76 % в медном расплаве наблюдается расслоение на медный и платинопалладиевый слои. На основе данных экспериментов была установлена предельная совместная растворимость платины и палладия в медном расплаве.

Данная технология позволяет наиболее полно и эффективно извлечь благородные металлы из бедного радиоэлектронного лома. Технология проверена в укрупненно-лабораторном масштабе, а головные агрегаты технологии прошли апробацию в промышленном масштабе. При промышленной реализации технологии с получением концентрата продукта обогащения требуется разрешение территориального органа пробирного надзора. При получении золотосеребряного сплава необходимо получение разрешения от федерального органа надзора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лебель И.* Проблемы и возможности утилизации вторичного сырья, содержащего благородные металлы / И.Лебель, Г.Цигенбальт, Л.Шлоссер // Теория и практика процессов цветной металлургии / Пер. с нем. М.: Металлургия, 1968.

2. *Меретуков М.А.* Металлургия благородных металлов (зарубежный опыт) / М.А.Меретуков, А.Г.Орлов. М.: Металлургия, 1992.

3. *Чугаев Л.В.* Металлургия благородных металлов. М.: Металлургия, 1987.

REFERENCES

1. *Lebel I. Tsigenbalt G., Schlosser L.* Challenges and opportunities of recycling of secondary raw materials containing precious metals // Theory and Practice of Non-Ferrous Metallurgy / Translated from German. Moscow: Metallurgy, 1968.

2. *Meretukov M.A., Orlov A.G.* Metallurgy of noble metals (foreign experience). Moscow: Metallurgy, 1992.

3. *Chugaev L.V.* Metallurgy of precious metals. Moscow: Metallurgy, 1987.