УДК 253.07

А.Н.ТЕЛЯКОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)
Л.В.ИКОНИН
Радиевый институт РАН

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА

Представлены результаты промышленной переработки отходов, содержащих драгоценные металлы, на стадиях разборки, сортировки и обогащения радиоэлектронного лома, плавки и электролиза, проведенные в промышленных условиях действующего предприятия.

In given work material are presented results of earning one's living conversion of departures, containing noble metals, on stages of stripping, sorting and enriching radioelectronic crowbar, swimming trunks and electrolysis, conducted in earned one's living conditions of acting enterprise.

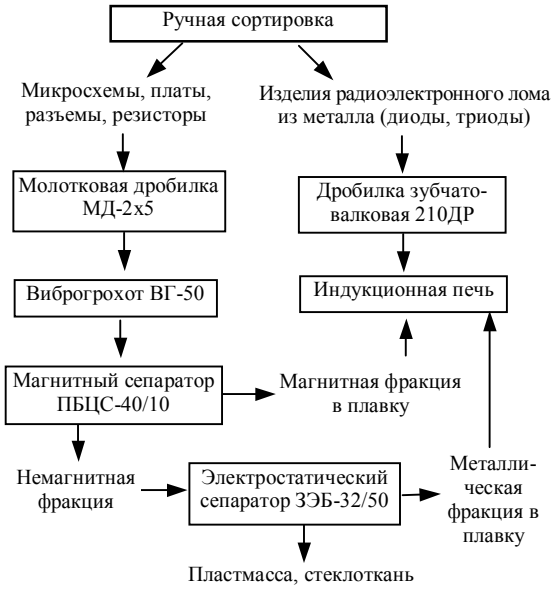
Современные технологии нуждаются во все большем количестве золота, серебра, палладия, платины, поэтому возрастает роль вторичной металлургии благородных металлов. Изменение хозяйственного механизма страны обусловили необходимость создания комплексов по переработке лома радиоэлектронной промышленности, содержащего благородные металлы при максимальном извлечении драгоценных металлов из бедного сырья и уменьшении массы хвостов-остатков. Наряду с драгоценными металлами можно получать дополнительно и цветные металлы (например, медь, никель, алюминий и др.).

Представлены результаты промышленной переработки отходов, содержащих драгоценные металлы, на стадиях разборки, сортировки и обогащения радиоэлектронного лома, плавки и электролиза, проведенные в промышленных условиях действующего предприятия.

Поступающее с предприятий сырье направляется на предварительную (первую) разборку. На этой стадии из электронно-вычислительных машин и другого электронного оборудования извлекаются узлы, содержащие драгметаллы. Материалы, не содержащие драгметаллы, направляют на извлечение цветных и черных металлов. Материал, содержащий драгметаллы (платы с печатным монтажом, штепсельные разъемы, провода и др.), сортируется для удаления золотых и серебряных проводов, позолоченных штырей боковых разъемов печатных плат и других деталей с высоким содержанием драгметаллов. Такие детали поступают на участок аффинирования драгметаллов. Баланс электронного оборудования на участке первой разборки следующий:

Промпродукт	Пришло для переработки	Получено после переработки
Стойки электронных приборов, машин, коммутационного оборудования	24000/100	–
Электронный лом в виде плат, разъемов и т.п.	–	4100,0/17,08
Лом цветных и черных металлов, не содержащий благородных металлов, пластик, органическое стекло	–	19900,0/82,92

Примечание. В числителе – масса в килограммах; в знаменателе – доля в процентах от общей массы.



Аппаратурно-технологическая схема обогащения радиоэлектронного лома

Баланс электронного лома на участке второй разборки и сортировки характеризуют следующие данные:

Промпродукт	Пришло для переработки	Получено после переработки
Электронный лом в виде (разъемов и плат)	4100,0/100	–
Разъемы	–	395,0/9,63
Радиодетали	–	1080,0/26,34
Платы без радиодеталей и фурнитуры (на впаянных ножках радиодеталей и на полуде содержатся благородные металлы)	–	2015,0/49,15
Защелки плат, штыри, направляющие плат (элементы не содержащие благородные металлы)	–	610,0/14,88

Для вскрытия драгметаллов промпродукты (разъемы на термореактивной и термопластиковой основе; разъемы на платах; небольшие платы из фальгированного гетинакса или стеклопластика с отдельными радиодеталями и дорожками; конденсаторы переменной и постоянной емкости; микросхемы на пластиковой и керамической основе; резисторы; керамические и пластмассовые гнезда радиоламп, предохранителей, антенн; выключатели и переключатели) подвергают обогащению (см. рисунок).

Плавки радиоэлектронного лома дают следующие результаты:

Элемент	Cu	Ni	Co	Zn	Прочие	Сумма, %
Содержание, %	56,8	7,6	0,4	14,8	10,47	100,0
	65,4	2,1	0,05	10,8	12,29	100,0

Элемент	Fe	Ag	Au	Pd	Прочие	Сумма, %
Содержание, %	6,5	2,7	0,13	0,6	10,47	100,0
	0,7	7,2	0,06	1,4	12,29	100,0

Таким образом, продукты обогащения радиоэлектронного лома характеризуются повышенным содержанием меди (выше 50 %), золота, серебра и палладия 0,15; 3,4; 1,4 % соответственно, содержание никеля, цинка и железа составляет до 15 %. Аноды подвергаются электрохимическому растворению при температуре 40 °С и катодной плотности тока 200 А/м^2. Исходный электролит содержит 40 г/л меди, 35 г/л H_2SO_4. Ранее указывалось, что аноды при электролизе в серно-кислой среде

Результаты растворения анодов в комбинированном электролите (H_2SO_4 + NaCl)

Продукт	Содержание, %*											
	Cu	Ni	Co	Zn	Fe	W	Mo	Pd	Au	Ag	Pb	Sn
Анод	51,2	11,9	1,12	14,4	12,4	0,5	0,03	0,6	0,15	3,4	2,0	2,3
Катодный осадок	97,3	0,2	0,03	0,24	0,4	Нет	Следы	1,4	0,03	0,4	Нет	Нет
Электролит	25,5	6,0	0,4	9,3	8,8	0,9	– » –	0,5	0,001	0,5	– » –	2,9
Шлам	31,1	0,3	сл	0,5	0,2	2,5	– » –	0,7	1,1	27,5	32,0	4,1

Примечание. Содержание элементов в электролите указано в граммах на литр.

неравномерно и плохо растворяются*, поэтому в электролит для снятия пассивации анода добавляется 10 г/л NaCl. В результате растворения получен катодный осадок, электролит и шлам (см. таблицу).

Промышленные испытания показали, что при электролизе анодов, изготовленных из металлизированных фракций электронного лома, электролит, применяемый в электролизной ванне, обедняется по меди, в нем накапливаются никель, цинк, железо, олово, что требует очистки электролита от примесей и восполнения сульфата меди.

Установлено, что палладий в условиях электролиза делится по всем продуктам электролиза. Так, электролит содержит 500 мг/л палладия, концентрация его на катоде достигает 1,4 %. Часть палладия поступает в шлам. В шламе накапливается олово и свинец, которые затрудняют переработку шлама.

Таким образом, разработанная технология обеспечивает переработку радиоэлектронного лома и может быть существенно улучшена при условии окисления и ошлакования примесей группы металлов радиоэлектронного лома во время плавки концентрата в печи с радиально расположенными дутьевыми фурмами, тангенциально подающими дутье на расплав.*

---

* *Теляков А.Н.* Утилизация отходов электротехнических предприятий / А.Н.Теляков, Д.В.Горленков // Металлургические технологии и экология: Тезисы докл. междунар. конф. СПб: Руда и металлы, 2003.

* Пат. 2211420 РФ. С1 7F27 B17/02, 14/06. Лабораторная печь для опробования радиоэлектронного лома / Л.М.Шалыгин, Г.В.Коновалов, А.Н.Теляков и др. Опубл. 27.08.03. Бюл. № 24.