

А.О. Чернюк ⁽¹⁾, аспирант

В.П. Грицай ⁽¹⁾, профессор, к.т.н.

О.В. Чернюк ⁽²⁾, начальник НЭК-2, к.т.н.

И.Ф. Червоный ⁽¹⁾, зав. кафедрой, д.т.н., профессор

ОБОГАЩЕНИЕ ОТХОДОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ НА КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ

⁽¹⁾ Запорожская государственная инженерная академия,

⁽²⁾ Донецкий государственный научно-исследовательский и проектный институт
цветных металлов

Наведено, що для підвищення витягання металів у концентрат доцільно проводити обробку роздроблених відходів радіоелектронної апаратури на концентраційному столі. При цьому якнайкращий ефект досягається при комплексній дії витрати води, частоти коливань і кута нахилу деки.

Показано, что для повышения извлечения металлов в концентрат целесообразно проводить обработку дробленых отходов радиоэлектронной аппаратуры на концентрационном столе. При этом наилучший эффект достигается при комплексном воздействии расхода воды, частоты колебаний и угла наклона деки.

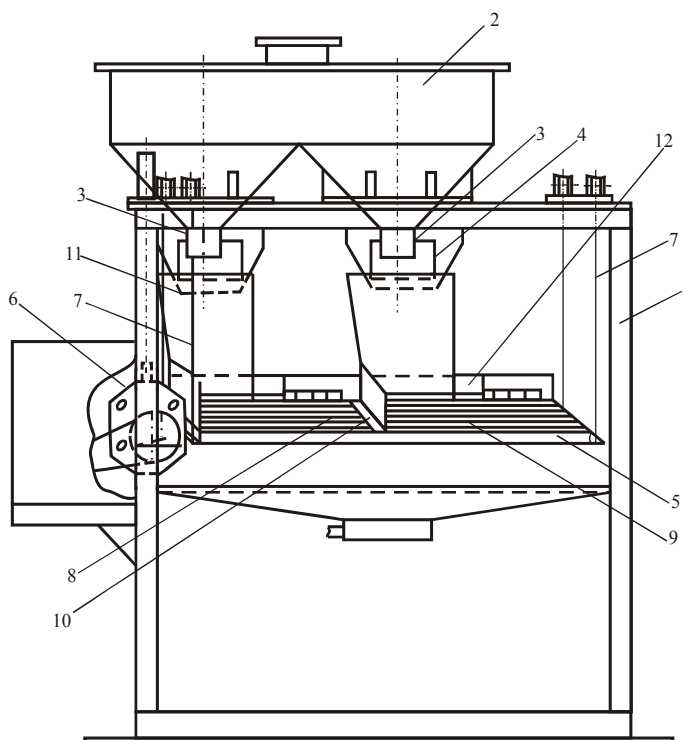
Введение. Наличие в платах отходов радиоэлектронной аппаратуры цветных металлов и сплавов (медь, латунь, бронза, свинец, олово, никель, серебро, золото) и разница в плотностях стеклотканевых плат определяют возможность их разделения после дробления [1-4]. С целью безопасного обслуживания оборудования техническим персоналом (дробленая стеклоткань) гравитационные процессы разделения целесообразно выполнять мокрыми (с добавлением воды). Одним из видов такой обработки является обогащение на концентрационных столах, то есть процесс разделения частиц по плотности в тонком слое воды, текущей по слабо наклоненной плоской поверхности, совершающей при помощи привода возвратно-поступательные движения в горизонтальной плоскости перпендикулярно к направлению движения воды.

Целью исследований являлось установление закономерностей обработки дробленых отходов радиоэлектронной аппаратуры на концентрационном столе.

Выполнение исследований и обсуждение результатов. Исследования по обогащению дробленых стеклотканевых плат проводили на установке концентрационного стола ЭКС-150, разработанной институтом ДонНИПИЦМ (рис. 1).

Концентрационный стол содержит раму 1, в верхней части которой смонтированы загрузочный бункер 2 с двумя разгрузочными отверстиями 3 и двумя вибропитателями 4, слегка наклоненную деку 5 в виде параллелограмма с дебалансным приводным механизмом 6. Дека 5 и приводной механизм 6 удерживаются на раме 1 при помощи тросовых регулируемых подвесок 7. Дека 5 выполнена из двух полудек 8 и 9 на общем основании в одной плоскости с разгрузочной щелью 10 между ними. Полудеки представляют собой параллелограммы с соотношением загрузочных сторон полудек к сторонам разгрузки концентрата как 0,5 : 1,0. Загрузочные воронки 11 расположены со стороны острых углов полудек у загрузочных сторон и составляют по длине не менее 40 % загрузочных сторон. Рифли 12 расположены параллельно верхней загрузочной стороне полудек и имеют прямоугольное сечение, причем площадь сечений постоянна по всей длине ри-

флей. По высоте рифли увеличиваются от верхней загрузочной стороны к нижней стороне полудек, причем рифли с одинаковой высотой объединены в секции (по три рифли), при этом нижняя рифля перекрывает всю деку, а вышерасположенные - соответственно на 85 и 70 %, соответственно.



1 - рама; 2 - загрузочный бункер; 3 - разгрузочные отверстия; 4 - вибропитатели; 5 - дека; 6 - приводной механизм; 7 - тросовая подвеска; 8, 9 - полудеки; 10 - разгрузочная щель; 11 - загрузочные воронки; 12 - рифли деки

Рисунок 1 – Концентрационный стол

Для исследования режимов разделения на концентрационном столе на одной из полудек установили рифли шириной 6 мм с шагом по осям рифлей 31 мм. По высоте рифли объединили в восемь секций по три рифли в каждой секции (табл. 1).

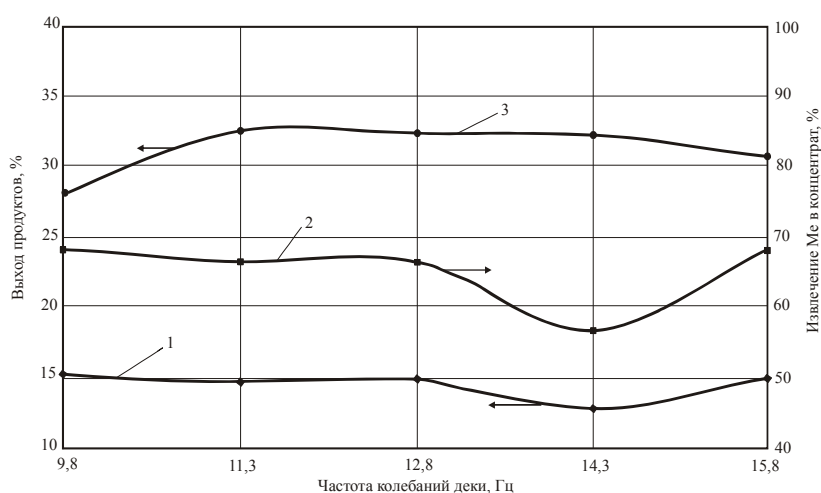
Таблица 1 – Высота рифлей деки

Номер секции	1	2	3	4	5	6	7	8
Высота рифлей, мм	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

Серию опытов по разделению дробленых стеклотканевых плат проводили в следующих интервалах: частота колебаний деки – $9,83 \dots 15,83 \text{ с}^{-1}$; поперечный угол ее наклона – $3 \dots 11^\circ$; расход воды на каждую полудеку – 25...45 л/мин; минимальная масса пробы – 10 кг.

В первой серии исследований влияние частоты колебаний деки концентрационного стола на результаты разделения дробленых плат изучали при частотах от 9,8 до 15,83 Гц. Постоянными параметрами работы концентрационного стола являлись: поперечный угол наклона деки – 7° , расход воды на каждую полудеку – 30 л/мин (15 л/мин – на смачивание материала и 15 л/мин на смыв продуктов).

Результаты разделения дробленых стеклотканевых плат на концентрационном столе приведены на рис. 2.

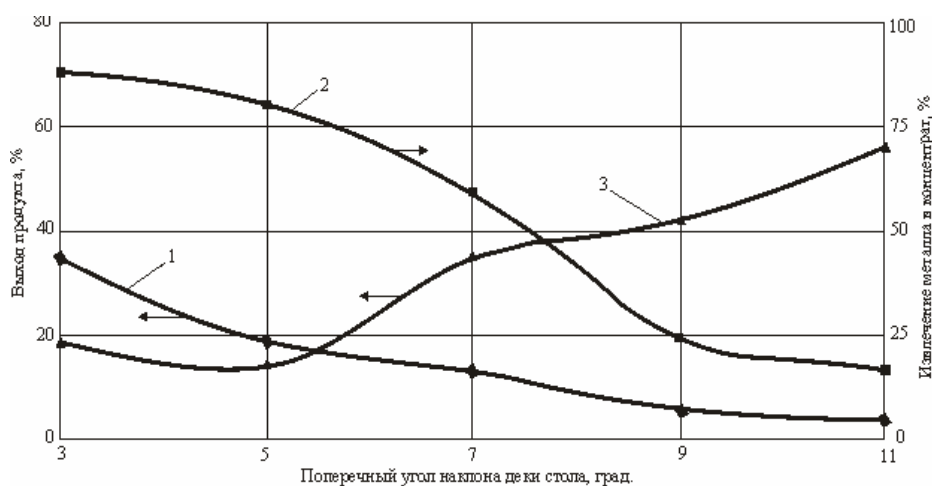


1 - выход концентрата; 2 - извлечение металла в концентрат; 3 - выход отходов
Рисунок 2 – Зависимости разделения дробленых плат от частоты колебаний деки концентрационного стола

Во второй серии опытов исследовали влияние поперечного угла наклона деки концентрационного стола на результаты разделения дробленых плат. Угол наклона изменяли от 3 до 11°.

Частоту колебаний деки поддерживали равной $12,8 \text{ с}^{-1}$, расход воды составлял 30 л/мин на каждую полудеку. Результаты второй серии опытов приведены на рис. 3.

В третьей серии опытов определяли влияние расхода воды, подаваемой на каждую полудеку концентрационного стола, на результаты разделения дробленых плат. Исследования проводили при суммарном расходе воды от 30 до 45 л/мин. В этой серии экспериментов поддерживали постоянными: частоту колебаний деки – $12,83 \text{ с}^{-1}$, поперечный угол ее наклона – 5°. Результаты разделения дробленых стеклотканевых плат от расхода воды на полудеку концентрационного стола приведены на рис. 4.



1 - выход концентрата; 2 - извлечение металла в концентрат; 3 - выход отходов
Рисунок 3 – Зависимость разделения дробленых плат от поперечного угла наклона деки КС

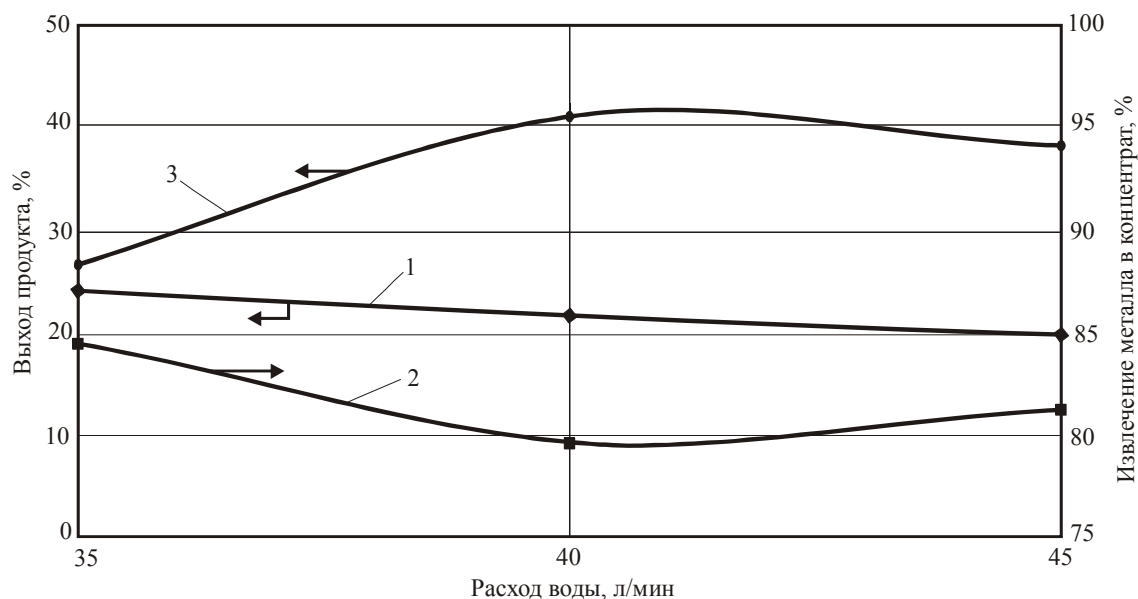
Как видно из приведенных данных, извлечение металла в концентрат составляет 68...81 % при поперечном угле наклона деки концентрационного стола от 3 до 5° и рас-

ходе воды от 35 до 45 л/мин. Частота колебаний деки в исследованном диапазоне частот не оказывала существенного влияния на извлечение металла в концентрат.

На основе обработки полученного статистического материала была построена регрессионная модель процесса разделения дробленых стеклотканевых плат отходов радиоэлектронной аппаратуры на концентрационном столе, где оптимизируемой функцией было выбрано извлечение металла в концентрат:

$$\varepsilon = 41,81 + 6,32x_1 + 2,74x_2 - 10,77x_3, \quad (1)$$

где ε – извлечение металла в концентрат; x_1 – расход воды на полудеку; x_2 – частота колебаний деки; x_3 – поперечный угол наклона деки.



1 - выход концентрата; 2 - извлечение металла в концентрат; 3 - выход отходов

Рисунок 4 – Зависимость разделения дробленых плат от расхода воды от поперечного угла наклона деки концентрационного стола

Анализ модели показывает, что эффективность разделения по отношению к извлечению металла в концентрат возрастает с увеличением расхода воды на полудеку, частоты колебаний и снижается с увеличением поперечного угла наклона деки в принятых диапазонах изменения рассматриваемых факторов.

Выводы. Для повышения извлечения металлов в концентрат целесообразно проводить обработку дробленых отходов радиоэлектронной аппаратуры на концентрационном столе. При этом наилучшие результаты достигаются при комплексном воздействии расхода воды на полудеку, частоты колебаний и угла наклона деки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Переработка вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы / Под ред. Ю. А. Карпова. – М.: Гиналмаззолото, 1996. – 290 с.
2. Котляр Ю. А. Металлургия благородных металлов: [Учебное пособие] Ю. А. Котляр, М. А. Меретуков. – М.: АСМИ, 2002. – 466 с.
3. Исследования по переработке печатных плат радиоэлектронного лома / О. В. Чернюк, Л. И. Заярская, В. И. Коханович [и др.] // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2007. – № 5. – С. 81-83.
4. Исследование обогащения стеклотканевых плат со срубленными радиодетальями лома РЭА / А. И. Самсонов, К. П. Козловский, А. В. Пластовец, Т. И. Шуляк // Металургія: наукові праці ЗДІА. – Запоріжжя: РВВ ЗДІА, 2004. – Вип. 10. – С. 82-87.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2011 р.
Рецензент, проф. Г.О. Колобов