

Е. С. Кирпичникова, Ж. О. Абдуллаев, К. А. Большаков, А. Ю. Коняев
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
katefin@bk.ru

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СЕПАРАТОРОВ ПРИ МОДУЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ ЛИНЕЙНЫХ ИНДУКТОРОВ

Рассмотрены пути повышения эффективности электродинамических сепараторов с бегущим магнитным полем. Показаны преимущества сепараторов при модульной конструкции линейных индукторов.

Ключевые слова: твердые отходы; электродинамические сепараторы; модульная конструкция индуктора; результаты исследований.

E. S. Kirpichnikova, Zh. O. Abdullaev, K. A. Bolshakov, A. Yu. Konyaev
Ural Federal University, Ekaterinburg

CHARACTERISTICS OF EDDY CURRENT SEPARATORS WITH MODULAR EXECUTION OF LINEAR INDUCTORS

The ways of increasing the efficiency of eddy-current separators with a traveling magnetic field are considered. The advantages of separators with the modular construction of linear inductors are shown.

Keywords: solid waste; eddy-current separators; modular construction of linear inductors; research results.

Движение в сторону малоотходных технологий требует разработки и создания оборудования для сбора и обработки вторичных цветных металлов, которое может применяться как на предприятиях по переработке твердых отходов, так и во вторичной цветной металлургии. К такому оборудованию относятся, в частности, электродинамические сепараторы на основе трехфазных

линейных индукторов [1–2], предназначенные для извлечения цветных металлов из потоков различных видов твердых металлосодержащих отходов. Чаще всего индукторы располагаются под лентой конвейера перемещающего отходы. Под действием электромагнитных сил металлические включения выносятся в поперечном к движению потока направлении и собираются сбоку от конвейера. Разработка таких сепараторов требует решения задач повышения эффективности их работы: увеличения доли извлекаемых металлов и снижения энергопотребления.

На рис. 1, а схематично показано расположение линейного индуктора под лентой конвейера. В худшем случае извлекаемая металлическая частица должна преодолеть в поперечном направлении расстояние, равное ширине ленты конвейера B_k за время, определяемое отношением ширины индуктора $L_{ин}$ и скорости конвейера V_k . Как показали результаты испытаний и последующей эксплуатации электродинамических сепараторов, описанных в [1], из потока твердых бытовых отходов надежно извлекаются металлические включения крупностью более 40 мм (частица 1 на рис. 1, а; оценки – на примере алюминия). Рассматриваемая в [1] установка имела следующие параметры: ширине ленты $B_k = 1200$ мм, скорость конвейера $V_k = 1$ м/с, размеры индуктора 1488×350 мм, мощность, потребляемая индуктором около 100 кВА. Алюминиевые частицы крупностью менее 40 мм, а также частицы металлов с меньшей электропроводностью могут не извлекаться из потока отходов (частицы 2 и 3 на рис. 1, а).

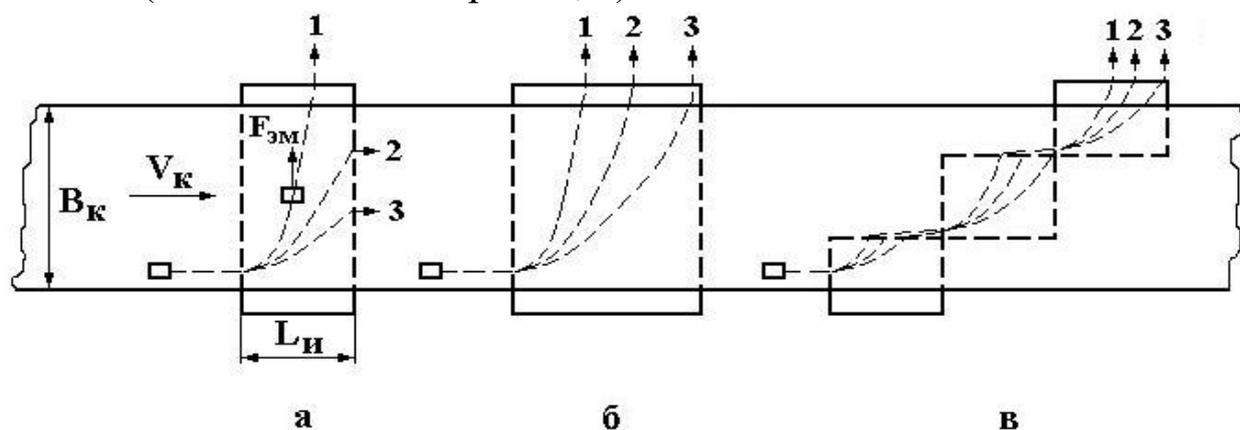


Рис. 1. Варианты исполнения линейных индукторов сепаратора

Повышения степени извлечения металла можно достичь при увеличении ширины индуктора $L_{и}$, как показано на рис. 1, б. Однако такой вариант сопровождается соответствующим увеличением потребляемой сепаратором мощности. Решение поставленной задачи без повышения энергопотребления возможно за счет модульного построения линейного индуктора, как показано на рис. 1, в. Сказанное подтверждается результатами расчетов, выполненных авторами. Рассчитывались зависимости удельного электромагнитного усилия, требуемого для извлечения частиц, от скорости подачи материала. Исходный коэффициент сопротивления движению (трение о ленту, сопротивление среды), равный 0,8, определен экспериментально [1–2]. Результаты расчетов показаны на рис. 2.

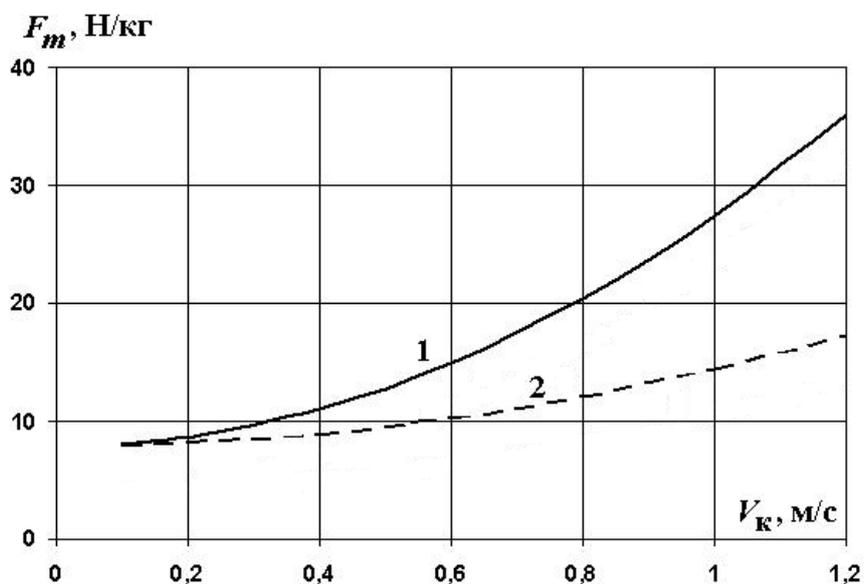


Рис. 2. Зависимости требуемого удельного усилия извлечения от скорости подачи материала

Кривая 1 на рис. 2 соответствует базовому варианту сепаратора (рис. 1, а). Нетрудно видеть, что с увеличением скорости конвейера требуемое усилие существенно повышается. Результаты расчетов, соответствующие модульному построению линейного индуктора (по рис. 1, в), показаны кривой 2. Достигнутое снижение требуемого усилия позволяет повысить выход металла при той же потребляемой сепаратором мощности, либо снизить энергопотребление при той же степени извлечения металлических включений.

Дополнительным достоинством рассматриваемого варианта сепаратора является возможность устранения несимметрии токов отдельных фаз, характерной для линейных индукторов. Как известно, несимметрия токов обуславливает повышение потерь энергии в системе электроснабжения и создает трудности для компенсации реактивной энергии. Сепараторы, описанные в [1], характеризуются следующими данными: отклонения токов фаз от среднего 10–12 %, коэффициент мощности 0,05. Установка конденсаторных батарей позволила частично компенсировать реактивную энергию (коэффициент мощности возрос до 0,15), но привела к росту несимметрии токов (отклонения токов от среднего значения возросло до 30–35 %).

Для случая сепараторов с модульной конструкцией индукторов при использовании в них трех модулей и транспозиции фаз (соответствующей перестановки фаз на отдельных модулях) можно добиться симметрирования токов, что подтверждается данными опытов, результаты которых представлены в таблице.

Отклонения токов фаз от среднего значения для сепараторов базовой и модульной конструкции

Мощность индуктора, кВА	Базовый вариант индуктора, %	Модульное исполнение (без транспозиции), %	Модульное исполнение (с транспозицией), %
0,5	7,0–9,5	10,0–13,0	4,0–5,0
6,5	12,0–14,5	30,0–33,5	2,0–3,0

Таким образом, в ходе исследований подтверждены достоинства сепараторов с модульным исполнением индукторов, что позволяет рекомендовать их для практического использования.

Список использованных источников

1. Устройства для электродинамической сепарации лома и отходов цветных металлов / А. А. Патрик, Н. Н. Мурахин, А. Ю. Коняев, Т. Н. Дерендяева, С. Л. Назаров // Промышленная энергетика. 2001. № 6. С. 16–19.
2. Коняев А. Ю., Абдуллаев Ж. О., Коняев И. А. Сепараторы для извлечения цветных металлов из твердых коммунальных отходов // Твердые бытовые отходы. 2017. № 3. С. 36–39.