

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

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СЕПАРАТОРОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТВЕРДЫХ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Представлены результаты исследования сепараторов на основе линейных индукторов. Показаны пути повышения их эффективности.

Ключевые слова: *твердые отходы; электродинамические сепараторы; линейные индукторы; результаты исследований.*

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

ASSESSMENT OF FACTORS INFLUENCING THE EFFICIENCY OF EDDY-CURRENT SEPARATORS FOR THE PROCESSING OF SOLID METAL CONTAINING WASTES

The results of a study of separators based on linear inductors are presented. Ways to increase their effectiveness are shown.

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

Одним из направлений энерго- и ресурсосбережения, которое активно развивается в нашей стране, является промышленная переработка отходов производства и потребления. Наиболее ценными компонентами любых твердых отходов являются металлы. Поэтому разработка технологий и оборудования для извлечения металлов из отходов является актуальной задачей. В частности, для извлечения цветных металлов используются электродинамические сепараторы на основе трехфазных линейных индукторов [1–2].

Индукторы могут располагаться под лентой конвейера, перемещающего отходы, либо под наклонной плоскостью в месте перегрузки отходов. Под действием электромагнитных сил включения немагнитных цветных металлов перемещаются в поперечном к движению потока направлении и собираются сбоку от нее. В УрФУ выполняются исследования таких сепараторов с целью повышения их технологических и энергетических показателей.

Для создания опытной установки сепарации были выбраны четырехполюсные линейные индукторы с полюсным делением 39 мм и размерами активной зоны 160×40 мм. Небольшая мощность (менее 200 ВА) и наличие нескольких одинаковых индукторов позволяют использовать различные источники питания и варьировать схемы включения отдельных модулей в сепараторе. Индукторы располагались под наклонной плоскостью, по которой подавались сепарируемые материалы. Одной из задач исследований была оценка степени несимметрии токов линейных индукторов при различном числе полюсов $2p$. На рис. 1 показаны отклонения токов отдельных фаз от среднего значения. Максимальные значения токов (кривая 1) наблюдаются в фазе, катушки которой смещены к выходному краю индуктора, а минимальные (кривая 2) – в фазе, катушки которой расположены симметрично относительно центра индуктора. Видно, что увеличение числа полюсов приводит к снижению несимметрии токов, поскольку относительное влияние катушек, расположенных на краях индуктора уменьшается.

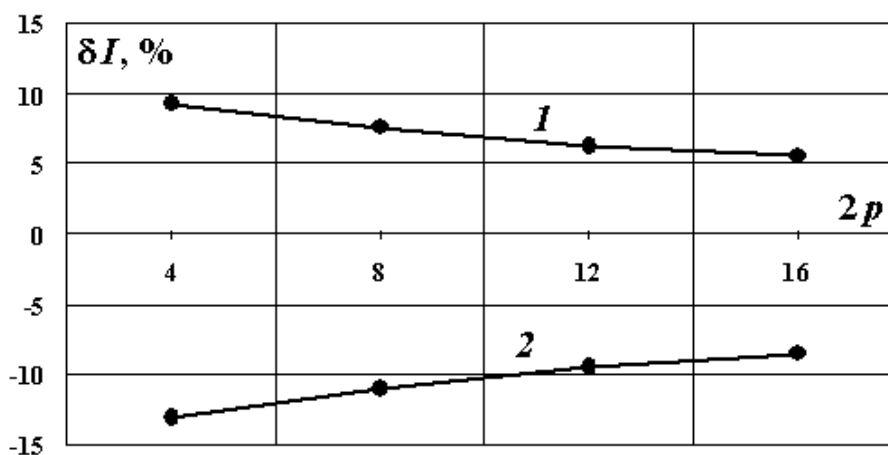


Рис. 1. К оценке несимметрии токов линейных индукторов

При больших мощностях установок подобная несимметрия токов приводит к увеличению потерь в системе электроснабжения и к недоиспользованию трансформаторов. Помимо несимметрии токов разомкнутость магнитопровода индуктора обуславливает неравномерность распределения электромагнитных усилий по длине машины. Пример такого распределения для четырехполюсного индуктора показан на рис. 2 (показаны расчетные удельные усилия, действующие на алюминиевую пластину с размерами $20 \times 20 \times 2$ мм).

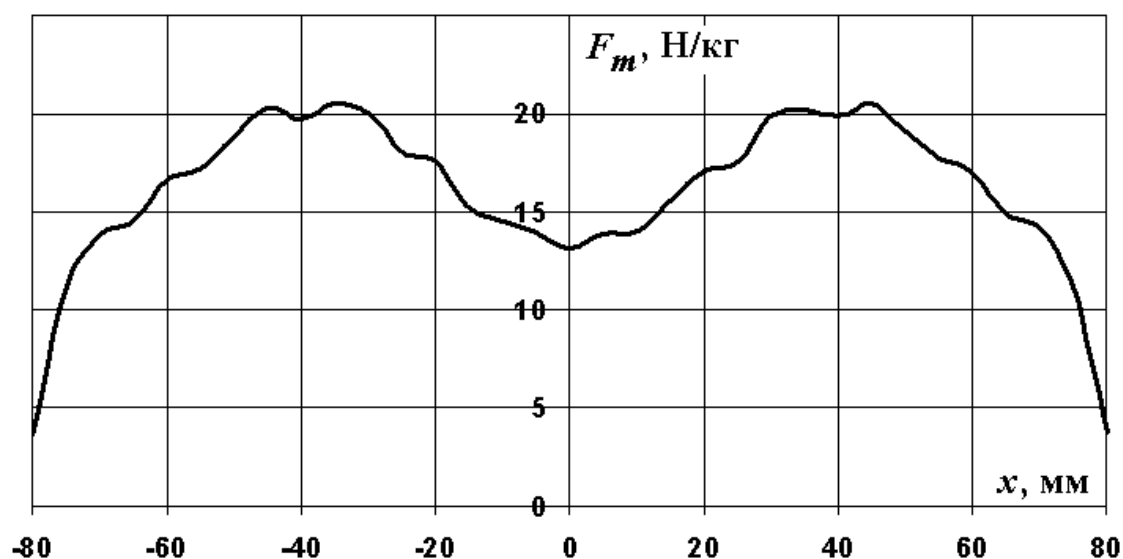


Рис. 2. Распределение удельного электромагнитного усилия по длине линейного индуктора

Неравномерность распределения усилий по длине индуктора необходимо учитывать при разработке сепараторов. В ходе исследования опытной установки выявлено, что отклонение сепарируемых алюминиевых частиц от линии подачи, совпадающей с координатой $x = -40$ мм, оказалось в 1,3–1,5 раза больше, чем в случае, когда линия подачи совпадала с осью индуктора ($x = 0$ мм).

Одним из способов улучшения характеристик электродинамических сепараторов является использование модульной конструкции индукторов. Например, при использовании трех модулей возможна транспозиция фаз обмотки (соответствующая перестановка фаз при переходе с модуля на модуль). Испытания

такой схемы включения линейных индукторов показали возможность существенного уменьшения несимметрии фазных токов. Отклонения токов от среднего значения не превысили 3–4 %, что совпадает с технологическим разбросом параметров отдельных модулей. Необходимо отметить, что симметрирование токов индуктора приводит к увеличению развиваемых электромагнитных усилий (в данном случае усилия, действующие на извлекаемые алюминиевые частицы, увеличились в среднем на 4–5 %). Другим преимуществом электродинамических сепараторов с использованием модульной конструкции линейных индукторов является возможность формирования траекторий движения извлекаемых частиц металла за счет каскадного расположения модулей со смещением каждого последующего модуля в направлении перемещения частиц. Исследования такой конструктивной схемы сепаратора подтвердили возможность увеличения выхода металла в случае извлечения металлических включений из потока неметаллов, а также повышения селективности разделения фракций при индукционной сортировке различных металлов и сплавов.

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований показано влияние ряда конструктивных факторов на эффективность работы электродинамических сепараторов на основе линейных индукторов. Выявлены достоинства сепараторов с модульным исполнением индукторов, позволяющие рекомендовать их для практического использования. В то же время, такие электродинамические сепараторы мало изучены, что обуславливает необходимость их дальнейшего исследования.

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.