

В то же время, для того, чтобы выплавить алюминий из вторсырья, требуется всего 5 % от энергии, необходимой для изготовления алюминия из руды, таким образом, первоначальные затраты энергии 317 МДж/кг, 5 % от этого равняются 15,85 МДж/кг, соответственно, экономия – 301,15 МДж/кг; для производства пластика (примем, полипропилен) требуется 40 % первоначальной энергии: 54,544 МДж/кг (от 136,36 МДж/кг), экономия 81,82 МДж/кг.

Таким образом, как видно из табл. 2, при повторном использовании только металлов будет получена наиболее существенная экономия ресурсов и максимальное снижение выбросов углекислого газа.

#### *Библиографический список*

1. Стратегический проект «Управление отходами» (2007 г.), г. Екатеринбург.

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СЕПАРАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНЫХ ИНДУКТОРОВ С РАЗБЕГАЮЩИМИСЯ ПОЛЯМИ**

*Барашев Н.Р., Назаров С.Л., Коняев А.Ю.  
УрФУ*

Устройства электродинамической сепарации в бегущем магнитном поле находят широкое применение при извлечении кусковых неферромагнитных металлов из твердых отходов производства и потребления, а также при сортировке лома цветных металлов на стадии подготовки его к металлургическому переделу [1]. Интерес к электродинамическим сепараторам обусловлен необходимостью решения задач ресурсосбережения (извлечение и переработка вторичных металлов) и охраны окружающей среды (утилизация твердых бытовых отходов).

Из электродинамических сепараторов, используемых в мировой и отечественной практике, наибольшей производительностью и универсальностью обладают сепараторы, в которых бегущее магнитное поле создается линейными индукторами с трехфазной обмоткой. Принцип работы этих сепараторов подобен принципу работы линейных асинхронных двигателей. При этом роль вторичного элемента таких линейных индукционных машин (ЛИМ) выполняют извлекаемые из сепарируемых смесей проводящие предметы.

Типичная конструкция такого сепаратора представляет собой транспортер, под лентой которого установлен линейный индуктор (рис. 1а). Направление движения магнитного поля (движения извлекаемых частиц) перпендикулярно направлению движения ленты транспортера. Очевидным недостатком такой конструкции является существенная неравномерность степени извлечения полезного продукта по ширине ленты транспортера. Действительно, извлекаемой частице, лежащей на стороне ленты, противоположной к приемному бункеру приходится проходить больший путь, испытывая сопротивление сепарируемой смеси. Для надежного извлечения таких частиц приходится снижать

скорость движения ленты, что приводит к уменьшению производительности сепаратора.

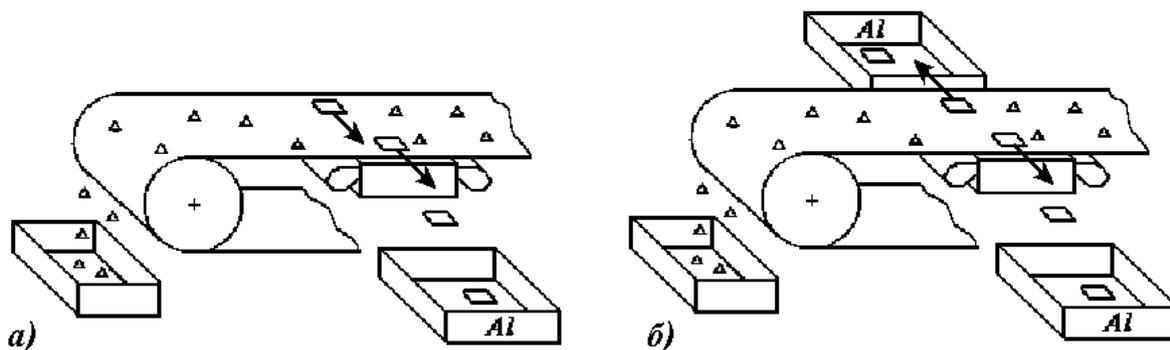


Рис. 1

Увеличения производительности и повышения степени извлечения электродинамического сепаратора можно достичь, используя линейный индуктор с разбегающимися магнитными полями (рис. 1б). В такой конструкции предельно возможный путь извлекаемой частицы сокращается в два раза.

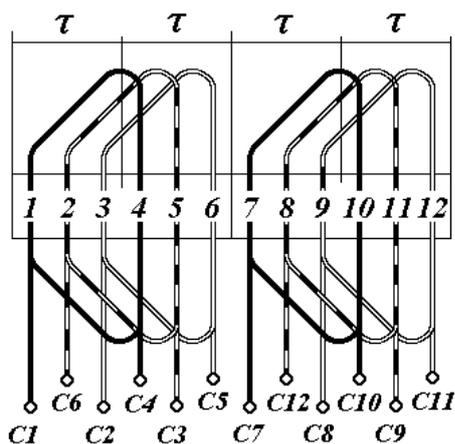


Рис. 2. Схема обмотки индуктора

Однако этот способ требует разработки специальных индукторов, позволяющих создавать разнонаправленные магнитные поля. Необходимо отметить, что в обычных асинхронных машинах такой режим работы индуктора не используется, и поэтому, его особенности не известны.

В этой связи, на кафедре ЭЭС проводятся теоретические и экспериментальные исследования таких режимов работы линейных индукторов.

Для создания разнонаправленных полей обмотка индуктора ЛИМ должна

иметь две параллельные ветви, уложенные отдельно на двух половинах общего магнитопровода (рис. 2). Параллельные ветви такой обмотки подключаются к трехфазной сети с различным чередованием фаз. Ввиду несимметрии магнитной цепи линейных машин, различные схемы соединений параллельных ветвей должны иметь различные свойства, - прежде всего, отличаться величинами фазных токов и характером распределения магнитного поля по длине индуктора ЛИМ. При этом, возможны три схемы соединения параллельных ветвей обмотки:

- выводы входных фаз параллельных ветвей обмотки объединены, - средних и выходных – перекрещены (рис. 3а);
- выводы средних фаз параллельных ветвей обмотки объединены, входные и выходные – перекрещены (рис. 3б);
- выводы выходных фаз параллельных ветвей обмотки объединены, средние и входные – перекрещены (рис. 3в).

В качестве инструмента для теоретического исследования была использована одномерная модель ЛИМ [2].

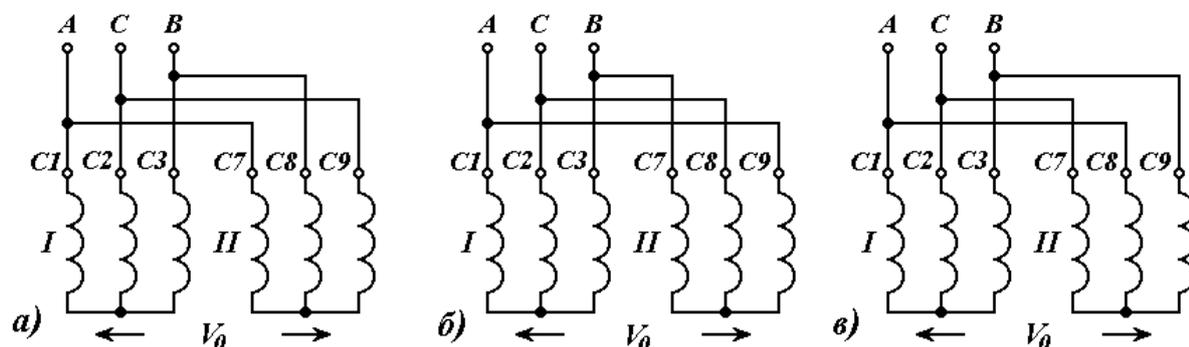


Рис. 3

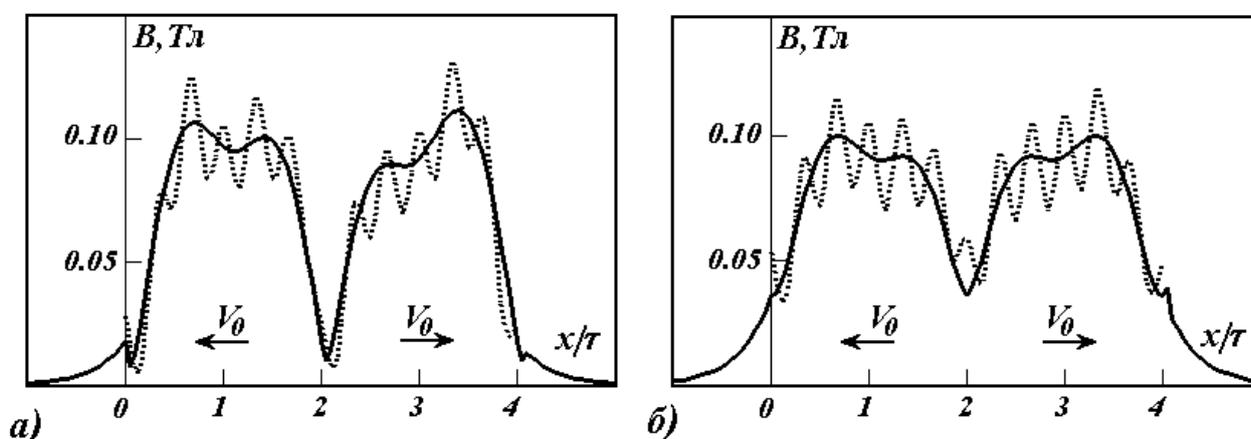


Рис. 4. Распределение магнитного поля ЛИМ а) - по рис. 3а; б) - по рис. 3б, сплошные линии – расчет, пунктирные – эксперимент

Достоверность расчетных методик проверялась экспериментальными исследованиями на серии маломощных ЛИМ, разработанных на кафедре ЭЭС.

В результате проведенных исследований установлено, что оптимальной схемой соединения параллельных ветвей индуктора ЛИМ (с однослойной обмоткой) с разбегающимися полями следует признать схему по рис. 3б, так как:

1. Данная схема дает более равномерное распределение магнитного поля по длине индуктора (рис. 4) по сравнению с другими (распределение поля ЛИМ по схеме рис. 3в не приведено, поскольку оно симметрично схеме по рис. 3а).
2. Такое соединение обеспечивает наибольшую симметрию токов в параллельных ветвях обмотки (таблица).

Экспериментальные (числитель) и расчетные (знаменатель) токи параллельных ветвей ЛИМ с разбегающимися полями

| Схема   | Ветви | $I_A, A$      | $I_B, A$      | $I_C, A$      |
|---------|-------|---------------|---------------|---------------|
| Рис. 3а | I     | 0,450 / 0,484 | 0,280 / 0,303 | 0,380 / 0,409 |
|         | II    | 0,420 / 0,446 | 0,420 / 0,444 | 0,260 / 0,285 |
| Рис. 3б | I     | 0,410 / 0,444 | 0,430 / 0,473 | 0,340 / 0,360 |
|         | II    | 0,400 / 0,444 | 0,440 / 0,473 | 0,350 / 0,360 |

### *Библиографический список*

1. Колобов Г.А., Бредихин В.Н., Чернобаев В.М. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов. М.: Металлургия, 1993. 288 с.
2. Коняев А.Ю., Назаров С.Л., Удинцев В.Н. Влияние первичного краевого эффекта на характеристики электродинамического сепаратора с бегущим магнитным полем // Вестник УГТУ. Вопросы совершенствования электротехнического оборудования и электротехнологий. Екатеринбург: УГТУ, 2000. С. 28-33.

## **ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ СЕПАРАТОРЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ ИЗ СЫПУЧИХ СМЕСЕЙ**

*Бунькова Е.А., Станкевич В.С., Лыткин В.В., Мызгина Е.М., Коняев И.А.  
УрФУ*

*kem\_em@mail.ustu.ru, megavoltik@mail.ru*

Развитие вторичной металлургии, а также все возрастающие потребности в переработке твердых металлосодержащих отходов обуславливают востребованность технологий и оборудования для сбора и обработки вторичных цветных металлов. Одной из таких технологий является электродинамическая сепарация – метод разделения немагнитных материалов по электропроводности, использующий силовое взаимодействие магнитного поля индуктора с вихревыми токами, наведенными этим полем в проводящих предметах или частицах.

С помощью электродинамической сепарации могут решаться следующие технологические задачи: извлечение лома цветных металлов из твердых бытовых или смешанных отходов; отделение металлической фракции от неметаллической в сложных отходах металлов (отходы электро- и радиотехнической промышленности, электролампового производства, автомобильный лом и т.п.); очистка сыпучих материалов от металлических включений (например, очистка отработанных формовочных смесей от скрапа в литейном производстве); сортировка сложного цветного металлолома при подготовке его к металлургическому переделу: разделение лома по крупности, удельному весу, электропроводности (например: отделение кускового лома от стружки; разделение сплавов, отличающихся только легирующими добавками) и др. В большинстве случаев электродинамическая сепарация позволяет заменить ручной труд, а в ряде технологий не имеет альтернативы.

Как показывает опыт, для решения указанных задач целесообразны электродинамические сепараторы с бегущим магнитным полем, в которых извлекаемые металлические предметы играют роль вторичного элемента (ВЭ) индукционной электрической машины.

В Уральском федеральном университете на электротехническом факультете ведутся разработки электродинамических сепараторов с различным способом возбуждения бегущего магнитного поля. С учетом тенденций энерго- и ресурсосбережения, изготавливать электродинамические сепараторы целесообразнее на основе элементов серийных электрических машин, что позволяет сни-