

С. В. Олексенко

ВПЛИВ КОНФІГУРАЦІЇ ЯКОРЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛІНІЙНОГО ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

У статті розглянуто вплив і залежність ефективності лінійного електромеханічного перетворювача дискової конфігурації від геометричної форми і розміру якоря в залежності від характеру індукваного в ньому струму.

Ключові слова: лінійний електромеханічний перетворювач, якір, геометрична форма

1. Вступ

Проведене дослідження відноситься до галузі електромашинобудування. Лінійні електромеханічні перетворювачі (ЛЕМП) широко використовуються в науково-технічних системах, де потрібні імпульсні механічні навантаження або високі кінетичні енергії, що розвиваються на короткій ділянці за малий час. У ЛЕМП індукційного типу при збудженні нерухомого індуктора від накопичувача місткості в електропровідному якорі індукється струм, що призводить до виникнення електродинамічних зусиль (ЕДЗ) і швидкого лінійного переміщення якоря у бік об'єкту дії. Розглянуті різні масо-габаритні і енергетичні параметри ЛЕМП, що впливають на його ефективність. Проте питання про оптимальну конфігурацію якоря залежно від характеру індукваного струму залишилося не дослідженим.

2. Постановка проблеми

В дослідженні вирішується проблема підвищення ефективності ЛЕМП за рахунок використання оптимальних геометричних параметрів і розмірів якоря на основі характеру індукваного в ньому струму.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження. ЛЕМП використовуються в багатьох галузях науки і техніки для механічної обробки поверхонь, деформації і прискорення об'єктів, як швидкодіючі лінійні приводи в різних системах, і так далі. Відносно низька ефективність ЛЕМП викликана неузгодженістю електромагнітних, механічних і теплових процесів внаслідок їх короткочасного імпульсного характеру. Відомі технічні рішення, спрямовані на підвищення ефективності ЛЕМП (використання криогенного охолодження, феромагнітного сердечника, якоря спеціальної конфігурації, багатосекційного індуктора з послідовною комутацією та ін.), які вимагають істотного ускладнення конструкції з по-

гіршенням масо-габаритних показників [1–3]. При цьому не повністю використаний оптимізаційний підхід, що дозволяє уникнути вказаних ускладнень.

3.2. Результати досліджень. Досліджувана ЛЕМП складається з коаксіально встановленої багатовиткової обмотки індуктора 2, збуджуваною аперіодичним імпульсом від накопичувача місткості, масивного якоря 1 і прискорюваного елемента 3 (рис. 1,а).

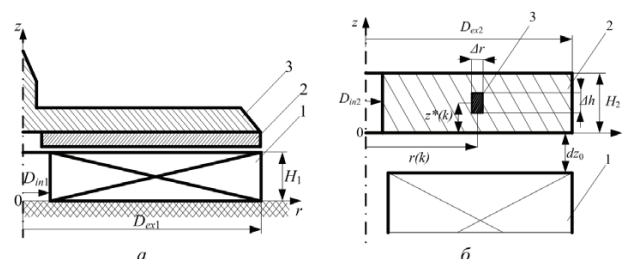


Рис. 1. Досліджувана ЛЕМП

У загальному випадку показниками геометрії ЛЕМП є (рис. 1,б): D_{ex1} , D_{in1} – зовнішній і внутрішній діаметр індуктора; H_1 – висота індуктора; циліндричний якір характеризується: D_{ex2} , D_{in2} – відповідно, зовнішній і внутрішній діаметр якоря; H_2 – висота якоря; dz_0 – аксіальна відстань між індуктором і якорем; Δz , Δr – радіальна довжина і висота елементарного струмового елемента; $z^*(k)$ – аксіальна відстань між нижньою межею якоря і центром елементарного струмового елемента; $r(k)$ – радіальна відстань між центром індуктора (якоря) і центром елементарного струмового елемента.

Вибір конфігурації якоря ЛЕМП визначається розподілом щільності струму по його перерізу (рис. 2) для моменту часу t при якому сила $f(t)$, діюча на якір, максимальна.

Синтез оптимальної форми якоря припускає, що елементарні струмові елементи, що мають низьку щільність струму, виключаються. Це призводить до зростання щільності струму в елементарних струмових елементах якоря (обумовлене відсутністю негативного впливу взаємної індуктивності

між ними), що залишилися, і як наслідок — до зростання імпульсу сили в струмових елементах, що залишилися, які сумарно компенсують імпульс сили, що створюється виключеними струмовими елементами.

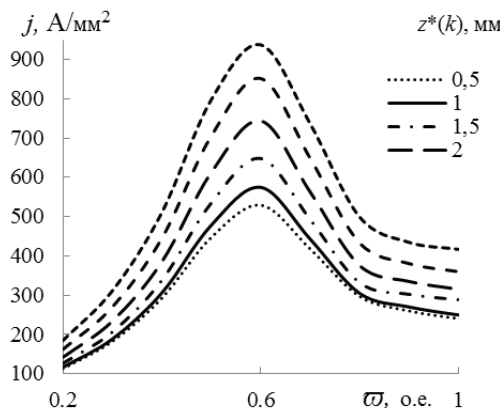


Рис. 2. Розподіл щільності струму

У разі додавання додаткового елементарного струмового відбувається зворотне — зменшення середньої щільності струму в інших струмових елементах. Підвищення ефективності ЛЕМП за рахунок додавання нових струмових елементів до базового варіанту не доцільно, оскільки додавання на краях диска якоря не ефективно, внаслідок низької щільності струму в елементарних струмових елементах цих ділянок. Додавання елементарних струмових елементів в центральній частині диска якоря призводить до істотного зменшення щільності струму в сусідніх елементарних струмових елементах. Негативна зміна імпульсу сили при цьому не компенсується внаслідок низького значення магнітного зв'язку між ним і індуктором.

В результаті проведення ряду розрахунків було виявлено, що найбільш ефективними формами якоря є представлені на рис. 3, вказано відповідно їх ККД і характер розподілу індукованого струму якоря залежно від його конфігурації.

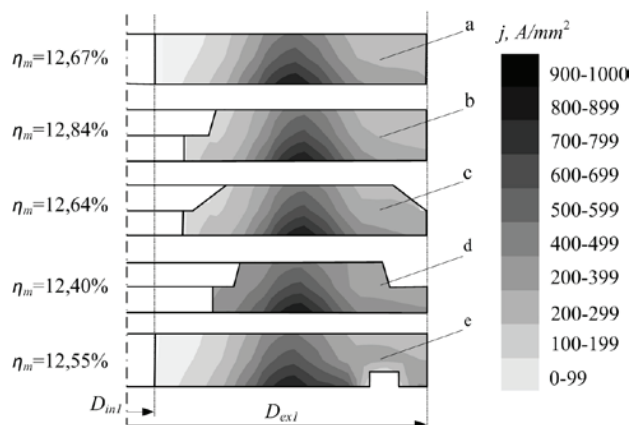


Рис. 3. Найбільш ефективні форми якоря

Запропоноване завдання вибору форми і розмірів якоря необхідно розглядати як багатокритеріюну, таку, що враховує різні чинники: ККД, витрата активних матеріалів, габаритні обмеження. На підставі математичного моделювання встановлений вплив форми якоря на ефективність ЛЕМП і виявлені оптимальні геометричні параметри.

Література

1. Болюх В. Ф. Системний підхід до мультидисциплінарної оптимізації електромеханічних перетворювачів ударної дії [Текст] / В. Ф. Болюх, С. А. Назаренко // Інтегровані технології та енергозбереження. — 2010. — № 2. — С. 28–36.
2. Болюх В. Ф. Схемно-конструктивні вдосконалення ударних електромеханічних перетворювачів індукційного типу [Текст] / В. Ф. Болюх, І. С. Шукін // Електротехніка і електромеханіка. — 2010. — № 5. — С. 5–11.
3. Болюх В. Ф. Лінійні електромеханічні перетворювачі імпульсної дії [Текст] : монографія / В. Ф. Болюх, В. Г. Данько. — Харків : НТУ «ХПІ». — 2006. — 260 с.

ВЛИЯНИЕ КОНФИГУРАЦИИ ЯКОРЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

С. В. Олексенко

В статье рассмотрено влияние и зависимость эффективности линейного электромеханического преобразователя дисковой конфигурации от геометрической формы и размера якоря в зависимости от характера индуцированного в нем тока.

Ключевые слова: линейный электромеханический преобразователь, якорь, геометрическая форма.

Сергей Владимирович Олексенко, аспирант кафедры общей электротехники Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», тел.: (093) 480-60-08, e-mail: oleksenko_serega@mail.ru.

INFLUENCE OF THE CONFIGURATION OF THE ANCHOR ON EFFICIENCY OF THE LINEAR ELECTROMECHANICAL CONVERTER

S. Oleksenko

In article influence dependence of efficiency of the linear electro-mechanical converter of a disk configuration on a geometrical form and the size of an anchor depending on character of the current induced in it is considered.

Keywords: linear electromechanical converter, anchor, geometrical form.

Sergii Oleksenko, graduate student of Department of general electrotechnics, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel.: (093) 480-60-08, e-mail: oleksenko_serega@mail.ru.