

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ІНДУКЦІЇ ЯКОРЯ ЛІНІЙНОГО СИНХРОННОГО ДВИГУНА З МАГНІТНИМ ПІДВІСОМ

Г. М. Голенков, к.т.н., доц., Д. І. Пархоменко, ас.

Київський національний університет будівництва і архітектури

пр. Повітрофлотський, 31, 03680, м. Київ, Україна

E-mail: Parkhomenkodm@gmail.com

Представлено результати експериментального дослідження розподілу електромагнітної індукції якоря коаксіально-лінійного синхронного двигуна з магнітним підвісом.

Ключові слова: лінійний синхронний двигун, розподіл індукції, магнітний підвіс.

Вступ. Коаксіально-лінійний синхронний двигун з магнітним підвісом (КЛСД-МП) використовується у якості електромагнітного вібратора зі змінною резонансною частотою. Такі вібратори застосовують при зануренні у ґрунт шпунтів та інших будівельних елементів, при безтраншейній прокладці комунікацій, віброущільненню бетонних сумішей тощо.

Якір КЛСД-МП складається з немагнітного валу, на якому закріплені постійні магніти NeFeB та феромагнітні концентратори. За функціональним призначенням якір КЛСД-МП складається з двох частин: віброзбуджувача та магнітного підвісу. Віброзбуджувач забезпечує вимушені механічні коливання якоря. Магнітний підвіс використовується у якості «електромагнітної пружини» зі змінною жорсткістю.

У роботі були проведені експериментальні дослідження розподілу електромагнітної індукції якоря фізичної моделі КЛСД-МП при різних відстанях від поверхні якоря.

Аналіз попередніх досліджень. На цей час проведено недостатньо теоретичних [1, 2, 3] та експериментальних досліджень розподілу електромагнітної індукції по поверхні якоря КЛСД-МП, що ускладнює проектування та розробку КЛСД-МП.

Мета роботи. Дослідження розподілу електромагнітної індукції по поверхні якоря КЛСД-МП при різних відстанях від його поверхні.

Матеріал і результати дослідження. Для проведення дослідження був розроблений стенд (рис. 1). Якір 1 КЛСД-МП розміщується в пінопластовій оболонці 2. Після фіксації якоря на оболонці закріплюється вимірювальна лінійка 3. Виміри проводяться вимірювачем магнітної індукції 4 за допомогою щупа 5 (ширина вимірювальної частини 8 мм, товщина 2 мм). Для встановлення необхідної відстані δ від поверхні якоря до площини вимірювання використовуються текстолітові прокладки 6. Для значення $\delta=1$ мм текстолітові прокладки 6 не встановлюються.

Вимірювання значень радіальної та тангенціальної складової електромагнітної індукції у поверхні якоря 1 КЛСД-МП проводяться з кроком $\Delta x = 2,5$ мм. Контроль положення вимірювального щупа 5 виконується за допомогою лінійки 3.

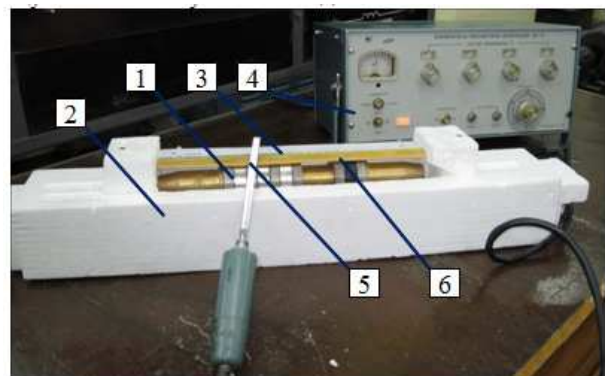


Рисунок 1 – Стенд для дослідження розподілу електромагнітної індукції якоря КЛСД-МП:

1 – якір КЛСД-МП; 2 – пінопластова оболонка; 3 – вимірювальна лінійка; 4 – вимірювач магнітної індукції; 5 – вимірювальний щуп; 6 – текстолітові прокладки

За початок вимірювання береться точка, що знаходиться на 25 мм лівіше крайнього лівого концентратора. Вимірювання закінчується при досягненні координати $x=200$ мм. Визначення тангенціальної складової електромагнітної індукції проводилося лише для значення $\delta=4$ мм. Дослідження проводилося при розміщенні постійних магнітів на якорі по структурі NSSNNS-SN та NSSNNS-NS.

За результатами дослідження було побудовано графіки залежності значень електромагнітної індукції від координат по вісі якоря $B = f(x)$ при різних значеннях відстані вимірювання δ до розміщення постійних магнітів на якорі по структурі NSSNNS-SN (рис. 2) та NSSNNS-NS (рис. 3).

Для активних зон якоря – віброзбуджувача та магнітного підвісу були розраховані середні значення радіальної складової електромагнітної індукції B_{cp} за формулою:

$$B_{cp} = \frac{\sum_{n=1}^N |B_n| + |B_{n+1}|}{2} \times \Delta x,$$

де B_{cp} – середнє значення радіальної складової електромагнітної індукції, Тл; N – кількість виміряних значень, що входять до активної зони; B_n – виміряне значення радіальної складової електромагнітної індукції у заданій точці, Тл;

l – довжина активної зони, мм (для вібробуджувача $l=82$ мм, для магнітного підвісу $l=34$ мм), Δx – крок вимірювання (2,5 мм).

радіальної складової електромагнітної індукції B_{cp} від відстані вимірювання δ при розміщенні постійних магнітів по різних структурах наведено на рис. 4.

Графік залежності середнього значення

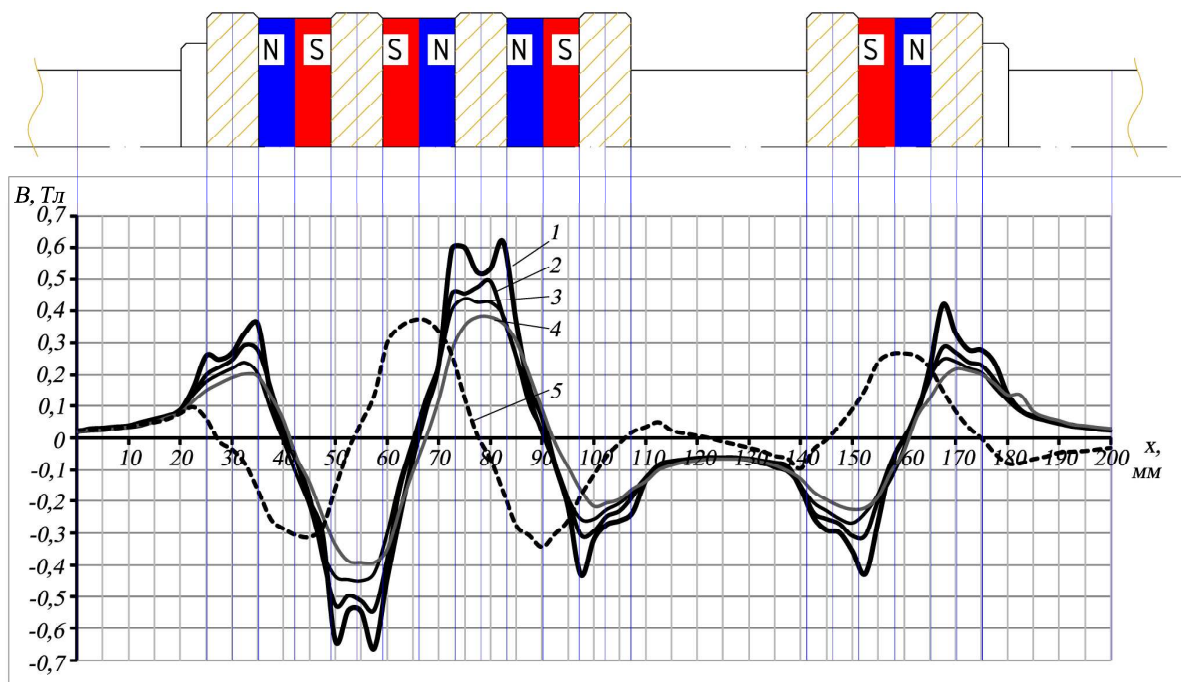


Рисунок 2 – Характер зміни електромагнітної індукції якоря КЛСД-МП при розміщенні постійних магнітів по структурі NSSNNS-SN:

1 – графік радіальної складової для $\delta=1$ мм; 2 – для $\delta=2$ мм; 3 – для $\delta=3$ мм; 4 – для $\delta=4$ мм; 5 – графік тангенціальної складової для $\delta=4$ мм

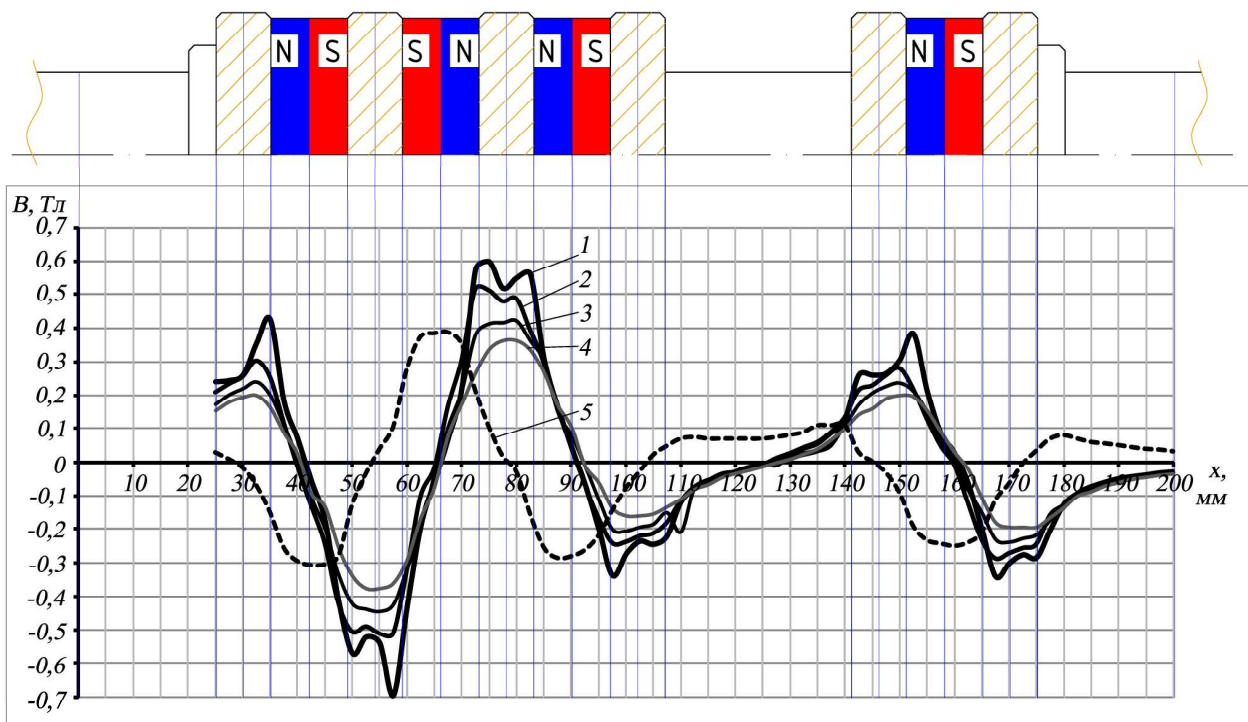


Рисунок 3 – Характер зміни електромагнітної індукції якоря КЛСД-МП при розміщенні постійних магнітів по структурі NSSNNS-NS:

1 – графік радіальної складової для $\delta=1$ мм; 2 – для $\delta=2$ мм; 3 – для $\delta=3$ мм; 4 – для $\delta=4$ мм; 5 – графік тангенціальної складової для $\delta=4$ мм

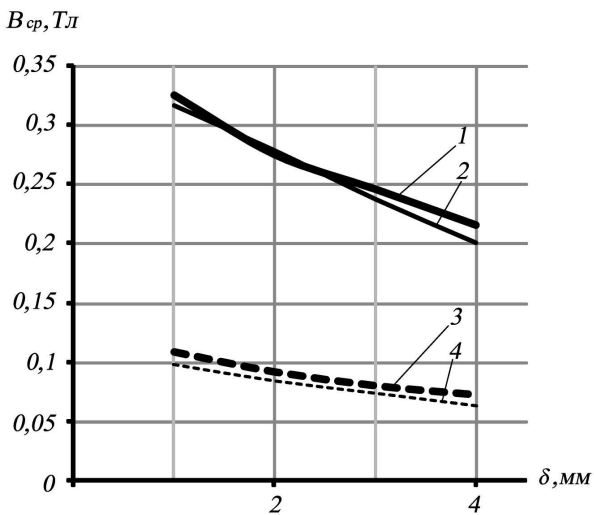


Рисунок 4 – Графік залежності $B_{cp} = f(\delta)$:

1 – для активної зони вібробуджувача (NSSNNS-SN); 2 – для активної зони вібробуджувача (NSSNNS-NS); 3 – для активної зони магнітного підвісу (NSSNNS-SN); 4 – для активної зони магнітного підвісу (NSSNNS-NS)

Висновки. Проведені дослідження розподілу електромагнітної індукції по поверхні якоря КЛСД-МП при відстанях $\delta=1..4$ мм дали можливість отримати розрахункові поліноміальні рівняння для визначення середнього значення радіальної складової електромагнітної індукції в межах активних зон. Рівняння для активної зони вібробуджувача:

$$B_{cp} = -0,0037\delta^3 + 0,0326\delta^2 - 0,1224\delta + 0,419, \text{ Тл.}$$

Рівняння для активної зони магнітного підвісу:
 $B_{cp} = -0,0002\delta^3 + 0,0038\delta^2 - 0,0269\delta + 0,1319, \text{ Тл.}$
 Отримані результати покращують якість проектування КЛСД-МП.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голенков Г.М., Пархоменко Д.І., Макогон С.А., Бондар Р.П. Моделювання роботи коаксально-лінійного синхронного вібратора з магнітним підвісом // Електротехніка і електромеханіка: Науково-практичний журнал. – 2008. – № 1. – С. 18–20.
2. Голенков Г.М., Бондар Р.П., Макогон С.А., Подольцев А.Д. Численный расчет магнитного поля и основных характеристик электровибратора на основе коаксально-линейного двигателя с постоянными магнитами // Електротехніка і електромеханіка: Науково-практичний журнал. – 2007. – № 1. – С. 8–12.
3. Бондар Р.П., Голенков Г.М., Подольцев А.Д. Розрахунок робочих характеристик лінійного двигуна зворотньо-поступального руху в пакеті Matlab/Simulink // Електротехніка і електромеханіка: Науково-практичний журнал. – 2010. – № 4. – С. 13–17.

Стаття надійшла 06.06.2011 р.
 Рекомендовано до друку к.т.н., доц.
 Некрасовим А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ ЯКОРЯ ЛИНЕЙНОГО СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С МАГНИТНЫМ ПОДВЕСОМ

Г. М. Голенков, к.т.н., доц., Д. И. Пархоменко, асс.
 Киевский национальный университет строительства и архитектуры
 пр. Воздухофлотский, 31, 03680, г. Киев, Украина
 E-mail: Parkhomenkodm@gmail.com

Представлены результаты экспериментального исследования распределения электромагнитной индукции якоря коаксально-линейного синхронного двигателя с магнитным подвесом.

Ключевые слова: линейный синхронный двигатель, распределение индукции, магнитный подвес.

THE INVESTIGATIONS OF DISTRIBUTION OF ELECTROMAGNETIC INDUCTION OF LINEAR SYNCHRONOUS MOTOR ARMATURE WITH MAGNETIC BRACKET

G. Golenkov, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof., D. Parkhomenko, ass.
 Kyiv National University of Construction and Architecture
 pr. Povitroflotskyi, 31, 03680, Kyiv, Ukraine
 E-mail: Parkhomenkodm@gmail.com

The results of experimental investigations of distribution of electromagnetic induction of coaxial-linear synchronous motor armature with magnetic bracket are presented.

Key words: coaxial-linear synchronous motor armature, magnetic bracket, distribution of electromagnetic induction.