

ЛІФТОВА УСТАНОВКА З ЛІНІЙНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

Теряєв В.І., доц., Хітько М.А., магістрант

НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Ліфти знайшли широке застосування в різних сферах життєдіяльності людини, тому існує актуальна потреба у розробці та проектуванні ще більш надійних, безпечних і економічних електроприводів ліфтових підйомних установок (ЛПУ).

Постановка задачі дослідження. Вивчення можливості використання лінійного електропривода для ЛПУ. Вибір варіанту конструктивного виконання лінійного електродвигуна.

Матеріали досліджень.

Традиційні електроприводи ліфтових установок. Звичайно для ліфтів використовують електропривод змінного струму з одношвидкісним і двошвидкісним короткозамкненим асинхронним двигуном. У швидкісних ліфтах застосовується регульований електропривод постійного або змінного струму.

За кінематичною схемою ліфти розрізняються на врівноважені і неуврівноважені, з верхнім і нижнім розташуванням електропривода (див. рис. 1). Найбільш простою і раціональною є кінематична схема із противагою, показана на рис. 1, б з верхнім розташуванням двигуна. Для компенсації ваги канатів у таких ліфтах використовуються врівноважувальні канати (рис. 1, в).

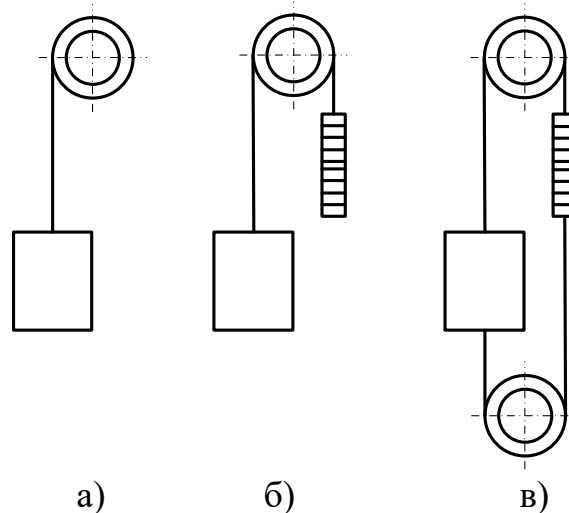


Рисунок 1 – Кінематичні схеми ЛПУ

Проте традиційні електроприводи ЛПУ мають ряд недоліків: велике навантаження на конструкцію будівлі; високий рівень шуму від усієї установки; інтенсивне зношування канатів при роботі у реверсивному тяговому режимі; висока капітальна та експлуатаційна вартість.

Лінійні електродвигуни. Лінійними називаються електродвигуни, які перетворюють електричну енергію у механічну енергію поступального руху за допомогою створення біжучого магнітного поля [1].

Особливістю лінійних двигунів є те, що рухомим в них може бути не лише ротор (вторинний елемент), але й статор (індуктор). Відповідно розрізняють два різновиди цих машин[1]: з коротким вторинним елементом, який рухається відносно довгого нерухомого індуктора; з коротким індуктором; при цьому рухомим може бути як індуктор, так і вторинний елемент.

Найбільше поширення серед лінійних електричних машин отримали лінійні асинхронні двигуни (ЛАД) завдяки простоті конструкції. Варіант конструктивного виконання ЛАД з коротким індуктором показаний на рис 2.

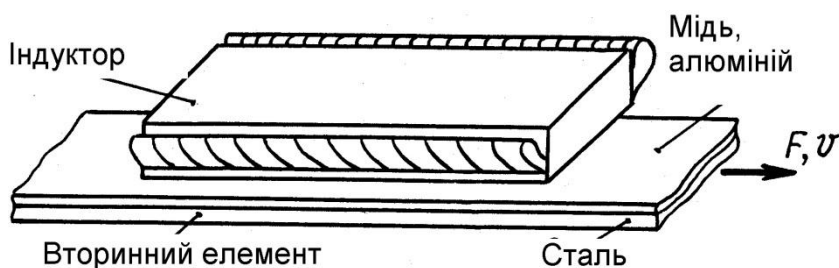


Рисунок 2 – Конструктивне виконання ЛАД

На індукторі міститься розподілена обмотка. Вторинний елемент виконується у вигляді смуги з алюмінію, міді чи сталі.

При подачі струму в обмотку індуктора, в зазорі ЛАД утворюється біжуче магнітне поле, внаслідок дії якого на вторинний елемент в останньому наводиться ЕРС і утворюється струм у вигляді короткозамкнених контурів. В результаті взаємодії струму вторинного елемента з полем індуктора виникає тягове зусилля, яке забезпечує переміщення індуктора відносно вторинного елемента у необхідному напрямку.

Перевагою лінійних електродвигунів є простота здійснення поступальних переміщень, можливість передачі силової дії на об'єкт керування без механічного контакту з ним. Недостатнє розповсюдження цих двигунів обумовлене їх обмеженими регульовальними властивостями, складністю отримання низьких швидкостей руху, а також невисокими масогабаритними та енергетичними показниками, що пояснюється розімкненістю магнітопроводу та відносно великою величиною робочого повітряного зазору у зв'язку із складністю забезпечення його незмінності в процесі руху.

Ліфтові установки з лінійним електроприводом. В електроприводі ЛПУ можливо використання наступних варіантів конструктивного виконання лінійного електродвигуна:

- з довгим індуктором, установленим в шахті і коротким вторинним елементом, закріпленим на кабіні (рис.3, а).
- з коротким індуктором, закріпленим на кабіні та довгим вторинним елементом, установленим по робочій довжині шахти (рис.3, б, в). При цьому конструктивне виконання ЛАД може бути плоским (рис. 3, б) або циліндричним (рис. 3, в).

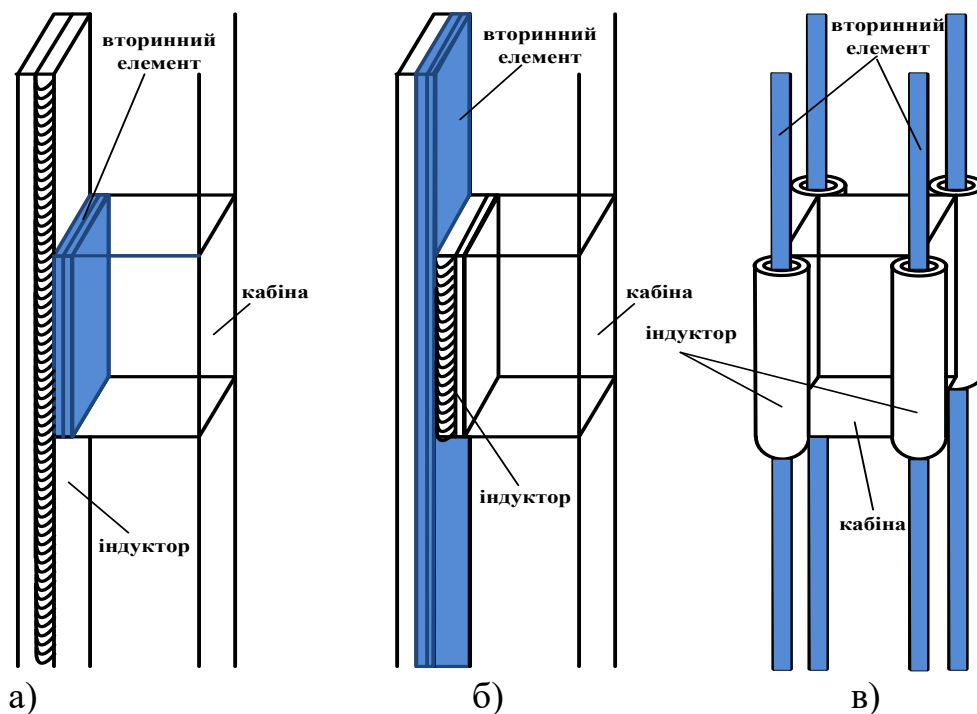


Рисунок 3 – Конструктивні схеми ЛПУ з ЛАД

Розглянемо більш докладно переваги та недоліки запропонованих варіантів систем електроприводу ЛПУ з ЛАД. Варіант ЛПУ з довгим індуктором дає змогу зменшити вагу кабіни, виключити необхідність силового струмопідводу до кабіни та усунути механічні передачі. В той же час такий варіант передбачає збільшені капітальні витрати та електроспоживання за рахунок додаткових втрат у неактивній частині індуктора. Такі втрати можуть бути зменшені секціонуванням індуктора. В той же час варіант з коротким індуктором, при збереженні всіх переваг ЛАД, вимагатиме силового струмопідводу до кабіни.

Виконаємо попередній розрахунок параметрів ЛАД з довгим та коротким індуктором. Вихідними даними для розрахунку є:

- вага кабіни з вантажем 700 кг;
- номінальне тягове зусилля ЛАД (при відсутності противаги) $F_H = 6867$ Н;
- швидкість руху кабіни $V = 2$ м/с;
- висота підйому $h = 25$ м;
- номінальна частота напруги живлення $f_H = 50$ Гц.

Визначимо синхронну швидкість двигуна

$$V_c = \frac{V}{1 - s_H} = \frac{2}{1 - 0,5} = 4 \text{ м/с}$$

де $s_H = 0,5$ – попереднє значення номінального ковзання.

Розрахункове значення полюсного поділку ЛАД

$$\tau = \frac{V_c}{2 \cdot f_H} = \frac{4}{2 \cdot 50} = 0,04 \text{ м}$$

На основі досвіду проектування орієнтовно вибираємо питому силу тяги ЛАД $F_{II} = 0,5$ Н/см² [2] і визначаємо активну площу індуктора:

$$S_{акт} = \frac{F_H}{F_{II}} = \frac{6867}{0,5} = 13734 \text{ см}^2 = 1,373 \text{ м}^2$$

Орієнтовна довжина реактивної полоси, закріпленої на кабіні (для ЛАД з довгим індуктором)

$$l_1 = \frac{S_{акт}}{b_1} = \frac{1,373}{0,35} = 4 \text{ м}$$

де $b_1=0,35$ м - ширина індуктора ЛАД.

Орієнтовна довжина індуктора, закріпленого на кабіні (для ЛАД з коротким індуктором,)

$$l_2 = \frac{S_{акт}}{b_2} = \frac{1,373}{0,55} = 2,5 \text{ м}$$

де $b_2=0,55$ м - ширина індуктора ЛАД.

Визначимо площу одного полюса довгого індуктора

$$S_{\tau 1} = \tau \cdot b_1 = 0,04 \cdot 0,35 = 0,014 \text{ м}^2$$

Загальне число полюсів довгого індуктора

$$2p = \frac{h}{\tau} = \frac{25}{0,04} = 625$$

Визначимо площу одного полюса короткого індуктора

$$S_{\tau 2} = \tau \cdot b_2 = 0,04 \cdot 0,55 = 0,022 \text{ м}^2$$

Загальне число полюсів короткого індуктора

$$2p = \frac{S_{акт}}{S_{\tau 2}} = \frac{1,373}{0,022} = 62$$

Активна потужність, що споживається електродвигуном

$$P = \frac{F_H \cdot v}{\eta_{ЛАД}} = \frac{6867 \cdot 2}{0,6} = 22,9 \text{ кВт}$$

де $\eta_{ЛАД} = 0,6$ – попереднє значення ККД ЛАД.

З метою зменшення потрібного тягового зусилля ЛАД і, відповідно, його габаритів та енергоспоживання, доцільно використати противагу, аналогічно ЛПУ з приводом обертальної дії (див. рис. 1,б,в), як для варіантів ЛАД з довгим, так і з коротким індуктором. В цьому випадку масогабаритні та енергетичні показники електропривода з ЛАД можуть бути суттєво покращені.

Висновки. Як видно з попередніх варіантів конструктивної проробки та розрахунків параметрів, ЛПУ з ЛАД має прийнятні габаритні показники, навіть при промисловій частоті напруги живлення, що свідчить про доцільність проведення подальших досліджень, спрямованих на впровадження лінійного електропривода.

Перелік посилань

1. Попович М.Г. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навчальний посібник з грифом Міністерства освіти та науки України / За редакцією М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. -Київ: Либідь, 2005.– 680 с.
2. Ижеля Г.И. Линейные асинхронные двигатели / Г.И Ижеля, С.А. Ребров, А.Г. Шаповаленко. – К:, Техника, 1975 – 136 с.