

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДЙІМАЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ПАСАЖИРСЬКОГО ЛІФТА**

Вінницький національний технічний університет

**Анотація:** на підставі аналізу існуючих кінематичних схеми приводів ліфтів здійснено вибір кінематичних схем ліфта та приводу. Розроблено математичну модель нестационарних режимів роботи ліфта з використанням рівняння Лагранжа 2-го роду, а також рівнянь, що описують електромагнітні явища в асинхронному електродвигуні з урахуванням насичення магнітопроводу. Наведено результати теоретичних досліджень нестационарних режимів роботи пасажирського ліфта, а також експериментальних досліджень. Проведено порівняння результатів досліджень. Виконано проєктні та конструкторські роботи елементів конструкції приводу.

**Ключові слова:** пасажирський ліфт, механічна система підйимального механізму, електромагнітні явища, нестационарні режими ліфта

**Abstract:** based on the analysis of the existing kinematic schemes of elevator drives, the choice of kinematic schemes of elevator and drive was made. A mathematical model of non-stationary modes of elevator operation using the Lagrange equation of the 2nd kind, as well as equations describing electromagnetic phenomena in an induction motor taking into account the saturation of the magnetic circuit is developed. The results of theoretical researches of non - stationary modes of operation of the passenger elevator, and also experimental researches are resulted. A comparison of research results is made. Design and engineering works of drive construction elements have been performed.

**Keywords:** kinematic schemes of the drive, electromagnetic phenomena, system of the lifting mechanism, passenger elevator, non-stationary modes of the elevator

Сучасні багатоповерхові адміністративні та житлові будівлі, магазини, навчальні заклади, лікарні та інші об'єкти для полегшення та прискорення пересування людей, вантажів по висоті облаштовують засобами підйому.

З усіх різновидів висотних підйомників найбільше поширення отримали ліфти. Ліфт – це підйомний пристрій первинної дії, в якому люди або вантажі переміщуються з одного рівня на інший в кабіні або на платформі, що рухається жорсткими напрямними, які розміщені в шахті. Електричним вважається ліфт, лебідка якого приводиться в дію електродвигуном [1].

. Нові будинки стрімко почали рости вгору, смілива уява архітекторів надавала нових рис зростаючим містам, які відтепер могли розвиватись вертикально, радше ніж тільки горизонтально [2].

Конструктивне виконання ліфтів різноманітне. За конструкцією приводу розрізняють редукторні, для швидкостей 1,4 м/с, і безредукторні, для швидкостей понад 1,4 м/с [2,3]. У редукторних ліфтах вихідний вал редуктора з'єднується з тяговим органом барабанного типу або з канатотяговим шківом. За розміщенням машинного приміщення ліфти поділяються на ліфти з машинним приміщенням, що розміщене зверху будівлі, та знизу [3,4].

У ліфтів з барабаними лебідками підйимальні канати своїми кінцями закріплюються в барабані і при обертанні редуктора намотуються на барабан або розмотуються з нього. Канатотягові шківви представляють собою шківви тертя, де тягова здатність виникає від нормального тиску і коефіцієнту тертя між канатом та ободом канатотягового шківва [5].

Ліфти традиційно проєктують для транспортування чотирьох, шести, вісьмох пасажирів. Але в сучасному проєктуванні багатоповерхових будівель все частіше з'являється потреба в ліфтах з нестандартною вантажопідйомністю. Тому, дослідження нестационарних процесів у приводах таких ліфтів для забезпечення оптимальних режимів роботи є актуальною задачею.

Метою роботи є підвищення ефективності та довговічності роботи приводів вантажопасажирських ліфтів шляхом підвищення плавності ходу, зниження динамічних зусиль у вітках каната за рахунок раціонального вибору противаги, режимів пуску і гальмування.

На підставі порівняльних характеристик схем пасажирських ліфтів здійснено вибір раціональної схеми, яка забезпечить задані вимоги щодо підймання вантажопасажирського ліфта.

Вибрано кінематичну схему механізму підйому, для якої здійснено вибір і перевірка тягових канатів, розрахунок, вибір і перевірка тягового електродвигуна, вибір діаметру канатотягового шківів та перевірка його тягової здатності, розрахунок та перевірка електромагнітного гальма, проектний розрахунок черв'ячного редуктора.

Розроблено математичну модель нестационарних процесів, що відбуваються під час пуску та гальмування ліфта. Рух механічної системи описано із застосуванням рівняння Лагранжа 2-го роду. Складено вирази для визначення кінетичної енергії, з врахуванням швидкості руху ротора двигуна, вихідного вала редуктора, привідного шківів, кабіни та противаги, та потенціальної енергії, з врахуванням жорсткості, модуля пружності та площі поперечного перерізу каната. Визначено узагальнені сили, що діють в механічній системі підйомного механізму. Після диференціювання виразів кінетичної і потенціальної енергій, та підстановки отриманих результатів у рівняння Лагранжа 2-го роду, рівняння руху системи представлено у нормальній формі Коші для зручності проведення досліджень [5,6].

На кожному кроці інтегрування диференціальних рівнянь необхідно задавати значення електромагнітного моменту двигуна. З цією метою одночасно з розв'язуванням рівнянь руху проведено числове інтегрування рівнянь електромагнітного стану двигуна. Для цього уточнено математичну модель електромагнітних процесів в асинхронному двигуні.

Побудована математична модель дозволила виконати докладний аналіз пускових режимів роботи привідних систем пасажирських ліфтів з урахуванням нерозривної взаємодії електричної машини і механічної частини приводу. Проведено теоретичні дослідження нестационарних режимів роботи ліфта і отримані часові залежності електромагнітного моменту двигуна і кутової швидкості, зусиль у підйомному канаті та канаті противаги та моментів у пружних ланках механічної системи.

Виконано експериментальні дослідження нестационарних режимів роботи пасажирського ліфта і шляхом порівняння з результатами теоретичних досліджень встановлено, що розроблена математична модель адекватно відображає фізичні процеси, що відбуваються в механічній системі приводу ліфта під час пуску та гальмування.

Таким чином, виконані дослідження можуть бути використані при проектуванні вантажопасажирських ліфтів нестандартної вантажопідйомності.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Полковников. М.І. Монтаж і експлуатація ліфтів./ М.І. Полковников. – М., «Вища школа», 1987 р. – 563 с.
2. Ушаков П.Н., Бродський М.Г. Крани і ліфти промислових підприємств. – М.: Металургія, 1974 – 352с.
3. Федорова З.М. та інші. Підйомники. – Київ: Вища школа. Головне видавництво, 1976. – 256с.
4. Штремель Г.Х. Вантажопідйомні машини. – М.: Вища школа, 1980. – 304с.
5. Харченко С. В. Математичне моделювання процесів пуску електромеханічної системи пасажирського ліфта / С. В. Харченко, Б. В. Бондарчук // Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". - 2012. - № 730. - С. 99-107.
6. Ловейкін В. С. Моделі для визначення оптимальних режимів пуску механізмів підйому вантажу кранів / В. С. Ловейкін, Ю. В. Човнюк, М. Г. Діктерук, О. М. Шутовський // Розвідка та розробка нафти і газу родовищ. - 2007. - № 3. - С. 35-40.

Поліщук Леонід Клавдійович, д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет, професор кафедри «Галузеве машинобудування», e-mail: [leo.polishchuk@gmail.com](mailto:leo.polishchuk@gmail.com), 21021, Україна, Вінницька обл., м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95.

Щербань Євген Віталійович, Вінницький національний технічний університет, магістрант кафедри «Галузеве машинобудування», 21021, Україна, Вінницька обл., м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95.

Луцик Владислав Леонідович, Вінницький національний технічний університет, аспірант кафедри «Галузеве машинобудування», e-mail: [azznll@bigmir.net](mailto:azznll@bigmir.net), 21021, Україна, Вінницька обл., м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95.

Polishchuk Leonid K., doctor of engineering sciences, professor of department «Engineering branch», Vinnytsia national technical university, e-mail: [leo.polishchuk@gmail.com](mailto:leo.polishchuk@gmail.com), tel., 21021, Vinnytsia, st. Khmelnytsky Highway, 95.

Shcherban Yevhen Vitaliyovych, Vinnytsia National Technical University, Master's Degree «Engineering branch», 21021, Ukraine, Vinnytsia region, Vinnitsa, vul. Khmelnytsky Highway, 95.

Lutsyk Vladyslav Leonidovich, Vinnytsia National Technical University, Postgraduate Student of the Branch «Engineering branch», e-mail: [azznll@bigmir.net](mailto:azznll@bigmir.net), 21021, Ukraine, Vinnytsia st. Khmelnytsky Highway, 95.