

## МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПАСАЖИРСЬКОГО ЛІФТА

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

### **Анотація**

*Розроблено імітаційну модель пасажирського ліфта в MATLAB/Simulink на базі асинхронного електроприводу із просторово-векторним керуванням та із зворотнім зв'язком за швидкістю обертання валу двигуна. Проведено моделювання режимів роботи ліфтової установки в оболонці MATLAB/Simulink за оптимальною діаграмою руху кабіни ліфта. Одержані результати моделювання у вигляді часових залежностей струму статора двигуна, швидкості ротора та електромагнітного моменту можуть бути використані для точнішого налаштування перетворювачів частоти на діючих ліфтових установках.*

**Ключові слова:** ліфтова установка, моделювання, режими роботи, MATLAB/Simulink.

### **Abstract**

*A simulation model of a passenger elevator in MATLAB / Simulink based on an asynchronous electric drive with spatial-vector control and feedback on the speed of rotation of the motor shaft has been developed. The modes of operation of the elevator installation in the MATLAB / Simulink shell according to the optimal diagram of the movement of the bodice cabin are carried out. The obtained simulation results in the form of time dependences of motor stator current, rotor speed and electromagnetic torque can be used for more precise tuning of frequency converters on existing elevator installations.*

**Keywords:** elevator installation, modeling, operating modes, MATLAB / Simulink.

### **Вступ**

В сучасних умовах для більшості людей нормальна робота пасажирського ліфта є синонімом нормального життя. Пасажирські ліфти, на відміну від вантажних, мають більшу частоту циклів, більшу швидкість руху, керуються як з кабіни, так і з посадочних майданчиків. В деяких системах також є можливість викликати ліфти на одному поверсі для одночасно підйому та спуску кабіни. Однак, умови роботи пасажирських ліфтів в житлових будинках, готелях та адміністративних будівлях з різною кількістю поверхів настільки різноманітні, що неможливо встановити для них тільки одну уніфіковану систему керування.

Система керування пасажирським ліфтом повинна вирішувати завдання безпечного та комфортного пересування пасажирів. Пересування повинно здійснюватися з допустимим прискоренням, необхідної швидкістю і відсутністю відчутних ривків. Для виконання наведених вимог необхідно отримувати інформацію про становище і швидкості руху кабіни за допомогою різних датчиків [1].

В даній роботі проводилося моделювання режимів електроприводу пасажирського ліфта з метою подальшого використання результатів для точнішого налаштування перетворювачів частоти на діючих ліфтових установках.

### **Результати досліджень**

Під час вирішення завдань розробки систем управління електроприводом ліфтової установки необхідно розглядати його імітаційну модель з позицій об'єкта оптимального управління. Основними вимогами до електроприводу пасажирського ліфта є можливість реверсу, точна зупинка кабіни на заданому рівні, забезпечення мінімального часу перехідних процесів при строго обмежених максимальних значеннях прискорення і ривка. Неточна зупинка тягне за собою збільшення часу входу і виходу пасажирів, що знижує продуктивність і комфортабельність ліфта, що вкрай несприятливо. Ефективним шляхом підвищення точності зупинки є перехід на знижену швидкість, з якою кабіна підходить до датчика точної зупинки.

Моделювання режимів роботи електроприводу пасажирського ліфта проводилося середовищі MATLAB/Simulink. Імітаційна модель електроприводу ліфтової установки розроблена на основі моделі асинхронного електроприводу Space Vector PWM VSI Induction Motor Drive [2] складається з контролера швидкості, випрямляча, перетворювачів, інвертор напруг на базі IGBT – транзисторах і вимірювачів, контролерів струму і самого асинхронного двигуна (рис.1).

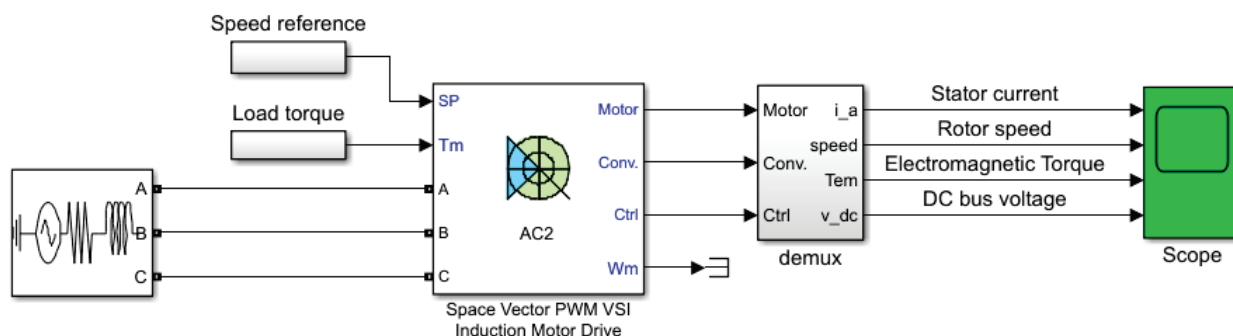


Рис. 1 – Модель електроприводу пасажирського ліфта.

В представленій моделі рух кабіни пасажирського ліфта відбувався за оптимальною діаграмою руху кабіни [3], яка має однакові за тривалістю інтервали пуску і зупинки, протягом яких прискорення і ривок швидкості не перевищують максимально допустимих значень, і інтервал рівномірного руху, протягом якого швидкість руху кабіни не перевищує максимального значення.

Контролер швидкості базується на PI-регуляторі, який керує ковзанням двигуна. Значення ковзання, обчислене PI-регулятором, додається до швидкості обертання двигуна з метою отримання необхідної частоти інвертора. Остання частота також використовується для генерації необхідної напруги інвертора для підтримки постійного співвідношення двигуна  $U/f$ .

## Висновки

Виконано розрахунок режимів роботи ліфтової установки. Важливим питанням, яке вирішувалося при розрахунку електроприводу ліфта, є точна зупинка кабіни на заданому рівні, із заданою точністю зупинки. Проведено моделювання режимів роботи електроприводу пасажирського ліфта в оболонці MATLAB/Simulink на базі асинхронного електроприводу із просторово-векторним керуванням та із зворотнім зв'язком за швидкістю обертання валу двигуна. Одержані результати моделювання у вигляді часових залежностей струму статора двигуна, швидкості ротора та електромагнітного моменту можуть бути використані для точнішого налаштування перетворювачів частоти на діючих ліфтових установках.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Григоров О.В. Ліфти: навч. посібник / О.В. Григоров, В.В. Стрижак, С.О. Губський, та ін. – Х.: НТУ«ХП», 2016. – 172 с.
- [2] Simulink is for Model-Based Design. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mathworks.com/products/simulink.html>
- [3] Стецюк В. І. Підвищення ефективності роботи ліфтових перетворювачів частоти шляхом введення сигналу зворотного зв'язку / В. І. Стецюк, В. А. Нікітов. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2017. – С. 169–177.

**Курляк Петро Омелянович** — кандидат технічних наук, доцент, кафедра ЕЕМ, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, e-mail: [petro.kurliak@nung.edu.ua](mailto:petro.kurliak@nung.edu.ua)

**Бацала Ярослав Васильович** — кандидат технічних наук, доцент, кафедра ЕЕМ, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, e-mail: [yaroslav.batsala@nung.edu.ua](mailto:yaroslav.batsala@nung.edu.ua)