

конструкції 2, струмовихрові перетворювачі 3, 4, розташовані один від іншого на відстані, що дорівнює довжині металеві пластини 1, суматор 5, диференціатор 14 та пороговий елемент 15.

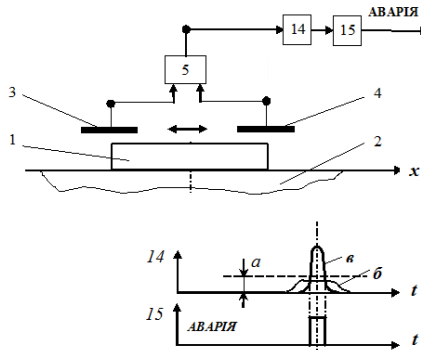


Рисунок 1 – Інформаційний пристрій для аварійної зупинки кабіни ліфта

На цьому ж кресленні наведено діаграми, які пояснюють принцип дії пристрою.

При штатному режимі роботи ліфту, кабіна якого рухається вниз на робочій швидкості, на виході диференціатора 14 з'являється імпульс  $\delta$  (єпоура 14), амплітуда якого менша ніж поріг спрацювання  $a$  порогового елемента 15, на виході якого сигнал відсутній.

У можливій аварійній ситуації при русі кабіни вниз із більшою швидкістю на виході диференціатора 14 з'являється імпульс  $\epsilon$  (єпоура 14), амплітуда якого більша ніж поріг спрацювання  $a$  порогового елемента 15. У цьому випадку на виході порогового елемента 15 з'являється сигнал АВАРИЯ (єпоура 15 АВАРИЯ), який вмикає відповідні пристрої безпеки.

Пропоноване технічного рішення забезпечить підвищення надійності роботи ліфту.

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЬНИМ ДВИГУНОМ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

*Білоцерківська С.О.*

*Науковий керівник – Сорока К.О., к.т.н., с.н.с., доцент*

Вентильні двигуни мають ряд суттєвих переваг над колекторними двигунами постійного струму. В них реалізоване електронне керування за допомогою мікропроцесора, що дозволяє працювати в режимах пуску і гальмування без використання резисто-

рів або додаткових схем імпульсного керування. При їх роботі не виникає іскріння на колекторі та працюють вони значно надійніше. Вони використовуються на електричному транспорті, в робото-технічних пристроях, комп'ютерах.

Актуальність дослідження вентильних двигунів і розробка математичної моделі полягає в суттєвих перевагах цих двигунів над іншими і широкому їх використанні на електричному транспорті, в робото-технічних пристроях, комп'ютерах, де до них ставляться високі вимоги точності та надійності роботи, при важких умовах експлуатації.

Мета роботи – забезпечення заданих характеристик електроприводу з вентильними двигунами, а саме: стійкості роботи, дотримання швидкості із заданою точністю, забезпечення потрібної якості перехідних процесів в моменти пуску двигуна та в динамічних режимах роботи та під час дії змінного в часі навантаження.

Предметом дослідження є вентильний двигун постійного струму на прикладі жорсткого магнітного диску НЖМД (disk drive, HDD).

Вентильний двигун електроприводу HDD має ротор, на якому розміщені постійні бмагніти, та статор з обмотками. Обмотки статора приєднані до джерела постійного струму через транзистори. Перемикання транзисторів здійснює електронний комутатор за командами мікропроцесора. Мікропроцесор узгоджує моменти перемикання з положенням ротора в кожен момент часу. Відповідність моменту перемикання обмоток положенню ротора забезпечує датчик положення ротора (ДПР). Завдяки перемиканню обмоток створюється обертове магнітне поле, яке приводить у рух ротор. Керування швидкістю обертання ротора двигуна здійснює САК шляхом зміни величини струму, що подається на обмотки статора двигуна через транзистори. В якості системи автоматичного керування, в роботі запропоновано використати операційний підсилювач, який регулює величину робочого струму через транзистори, з врахуванням зворотного зв'язку по швидкості двигуна.

Створена математична модель силового кола двигуна на основі диференціальних рівнянь, що описують роботу його силової частини. Математична модель створена в середовищі вільного програмного забезпечення, математичного пакету Scilab/Xcos. За допомогою моделі виконано дослідження роботи електроприводу HDD з вентильним двигуном, одержано параметри електроприводу і показано, що в разі безпосереднього під'єднання до джерела живлення, без використання

САК, параметри роботи електроприводу далекі від потрібних: тривалість перехідного процесу 5 с, зміна швидкості обертання при навантаженні на 34%.

Для забезпечення потрібних характеристик використано різні типи регуляторів: статичний, пропорційний (П – регулятор), астатичний, інтегруючий (І-регулятор), астатичний, пропорційно інтегруючий (ПІ - регулятор) та пропорційно-інтегро - диференційний (ПІД - регулятор). Вивчена робота електроприводу із кожним з цих регуляторів і проаналізовані параметри його роботи. Показано, що під час роботи з ПІД регулятором, при оптимально підібраних параметрах регулятора, характеристики електроприводу з вентильним двигуном задовольняють високим вимогам точності і якості роботи. Час перехідних процесів зменшився до 0,03 с. Точність регулювання швидкості в динамічних режимах становить 0,15%.

В результаті виконаної роботи розроблена математична модель електроприводу, яка дозволяє проектувати вентильні електроприводи різного призначення, відповідно до технічних вимог їх експлуатації та експериментально підібрати близькі до оптимальних параметри регулятора.

Показано, що вільне програмне забезпечення, а саме математичний пакет Scilab/Xcos дозволяє моделювати складні технічні пристрої і одержувати моделі, які знаходять вимогам практики, аналогічні як моделі, побудовані з використання ліцензійного пакету Matlab/Simulink.

## **ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАМВАЙНИХ ВАГОНІВ ТИПУ ТЗ-ВПНП**

*Дорогавцев Д.О., Бєлєвцов Є.В.*

*Науковий керівник – Далека В.Х. проф., д.т.н.*

У Салтівському трамвайному депо м. Харкова з 127 одиниць рухомого складу, що знаходяться в регулярній експлуатації, 33 одиниці з електронною системою керування. Це трамвайні вагони Tatra ТЗМ, ТЗА, ТЗ ВПА, Т6В5, Т6А5 та ТЗ-ВПНП. Решта трамвайних вагонів обладнані реостатно-контакторною системою керування.

У 2010 році фірма "Політехносервіс" спільно з чеськими фахівцями налагодила виробництво кузовів напівнизькою підлогою вагона ТЗUA-3, на базі виробничих потужностей Калуської заводу комунальної техніки. У 2011-2012 роках було зібрано 6 трамваїв типу ТЗUA-3 "Каштан" для Києва з кузовами Калуського виробництва. З 2016 року складання власних трамваїв на основі кузовів Калуського виробництва була налагоджена в Одесі, а з 2017 року - в Запоріжжі та Харкові.

Харківський частково низькопідлоговий вагон отримав індекс ТЗ-ВПНП (скорочено від "Вагон Переобладнаний Низькопідлоговий").