

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ФОРУМ**

**МАТЕРІАЛИ  
X МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ  
НАУКИ ТА ОСВІТИ**

9-10 грудня 2023 року

**Львів  
2023**

<b>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ.....</b>	<b>134</b>
<i>Дегтярьов В.А.</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ГАЛУЗЗЮ ТВАРИННИЦТВА В ПІДПРИЄМСТВІ .....	134
<b>СОЦІАЛЬНІ КОМУНІКАЦІЇ.....</b>	<b>136</b>
<i>Гнедюк В.Л.</i> ВПЛИВ СОЦІАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ НА КІБЕРБЕЗПЕКУ .....	136
<i>Шинкарьова К.Є.</i> РОЗУМІННЯ МЕДІА-РЕПУТАЦІЇ В ЦИФРОВОМУ ЧАСІ.....	138
<b>СОЦІОЛОГІЧНІ НАУКИ.....</b>	<b>140</b>
<i>Бишовець І.П.</i> ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ МАРКЕТИНГУ .....	140
<i>Вітюк І.К., Боровська-Карандюк І.А., Бірюченко Д.Я.</i> РОЛЬ МЕМІВ У БІЗНЕСІ.....	143
<b>ТЕХНІЧНІ НАУКИ.....</b>	<b>145</b>
<i>Fedushko S.S.</i> LANDSCAPE OF SENTIMENT ANALYSIS RESEARCH.....	145
<i>Белей В.І.</i> ПРОЕКТУВАННЯ АКТИВНОЇ СИСТЕМИ ГАЛЬМУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА.....	151
<i>Гуржій С.В.</i> ВИКОРИСТАННЯ М-ПОСЛІДОВНОСТЕЙ У ТЕХНОЛОГІЇ ВОДЯНИХ ЗНАКІВ .....	154
<i>Данилович А.О.</i> НЕОБХІДНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ ВИБОРУ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОФІЛЮ РІЗЬБОВОГО З'ЄДНАННЯ ПРИ ФОТОПОЛІМЕРНОМУ ДРУЦІ .....	156
<i>Коцюба В.П.</i> РОЗПІЗНАВАННЯ МАСОК НА ОБЛИЧЧІ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ.....	158
<i>Савка Р.О.</i> ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ ДЕЗІНФОРМАЦІЇ НА ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМАХ.....	160
<i>Сукмановський О.</i> РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ШАХРАЙСЬКИХ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНІВ .....	163
<i>Хам І.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛАМНОГО КОНТЕНТУ НА ОСНОВІ НАВЧАННЯ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТУ В FACEBOOK .....	165

**Белей Василь Іванович,**

здобувач вищої освіти, магістр  
інженерно-технічного факультету  
*belei.vasyl@student.uzhnu.edu.ua*

Науковий керівник: **Мешко Роман Олексійович,**  
старший викладач  
*roman.meshko@uzhnu.edu.ua*

*ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*

## **ПРОЕКТУВАННЯ АКТИВНОЇ СИСТЕМИ ГАЛЬМУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА**

### **Короткий опис принципів гальмування**

У сучасному виробництві однією із тенденцій розвитку є електроприводи, а саме електромеханічні системи до яких входять: силові перетворювачі, електродвигуни, механізми та системи керування призначені для приведення в дію виконавчих органів машин. Електроприводи як елементи автоматизації набувають вагомого значення з якими пов'язано виникнення ряду завдань, пов'язаних з енергозбереженням, енергоефективного керування приводами так як із роками гостро постає проблема економії електроенергії, а з іншого боку є технічна можливість їх розв'язання. Поштовхом для розвитку та покращення експлуатаційних характеристик є розвиток технічних засобів керування: силових напівпровідникових елементів, мікроелектронних пристроїв, мікропроцесорної техніки. Це дозволило розширити функції, які виконуються сучасними автоматизованими електроприводами включаючи: покращення динамічних характеристик, оптимізовані режими, енергозбереження, діагностування несправностей.

Одним із шляхів покращення динамічних характеристик електроприводів є всебічне вивчення технічних рішень реалізації активних систем гальмування частотних електроприводів впроваджених у виробництві.

В процесі виконання науково-дослідної роботи було проведено вивчення аналогічних рішень систем гальмування, а саме:

- Рекуперативне гальмування (генераторне)
- Гальмування противмиканням
- Динамічне гальмування
- Резистивне гальмування

Розглянемо детальніше найбільш ефективний режим гальмування - динамічний режим.

Один із сучасних методів який використовується для розсіювання надлишкової енергії утвореної електродвигуном, керованим частотним перетворювачем (ЧП), при швидкому сповільненні або зупинці. При швидкого сповільненні електродвигун стає генератором, повертаючи вироблену енергію в ЧП. Енергія згенерована гальмуванням, збільшує напругу кола живлення ЧП. Схема управління ЧП намагається компенсувати це, збільшуючи вихідну частоту.

Загалом величина гальмування для стандартного двигуна та пипового ЧП становить близько 15% від номінальної потужності ЧП, головним чином через втрати потужності як у двигуні, так і в ЧП. Стандартним підходом є мінімізувати час гальмування без додаткового обладнання, використовуючи алгоритми нечіткого керування на основі втрат потужності в двигуні та ЧП. Цього достатньо для багатьох застосувань, таких як насоси, конвеєри вентилятори тощо, де кінетична енергія, накопичена у вантажі, невелика, а час гальмування не є критичним.

У випадку коли двигун і його навантаження повинні гальмуватися швидше, ніж дозволяють втрати потужності двигуна та ЧП, необхідно забезпечити додаткове поглинання енергії. Це досягається дооснащенням привода зовнішнім гальмівним резистором в поєднанні з гальмівним електронним ключем (у якості якого застосовуються IGBT транзистор).

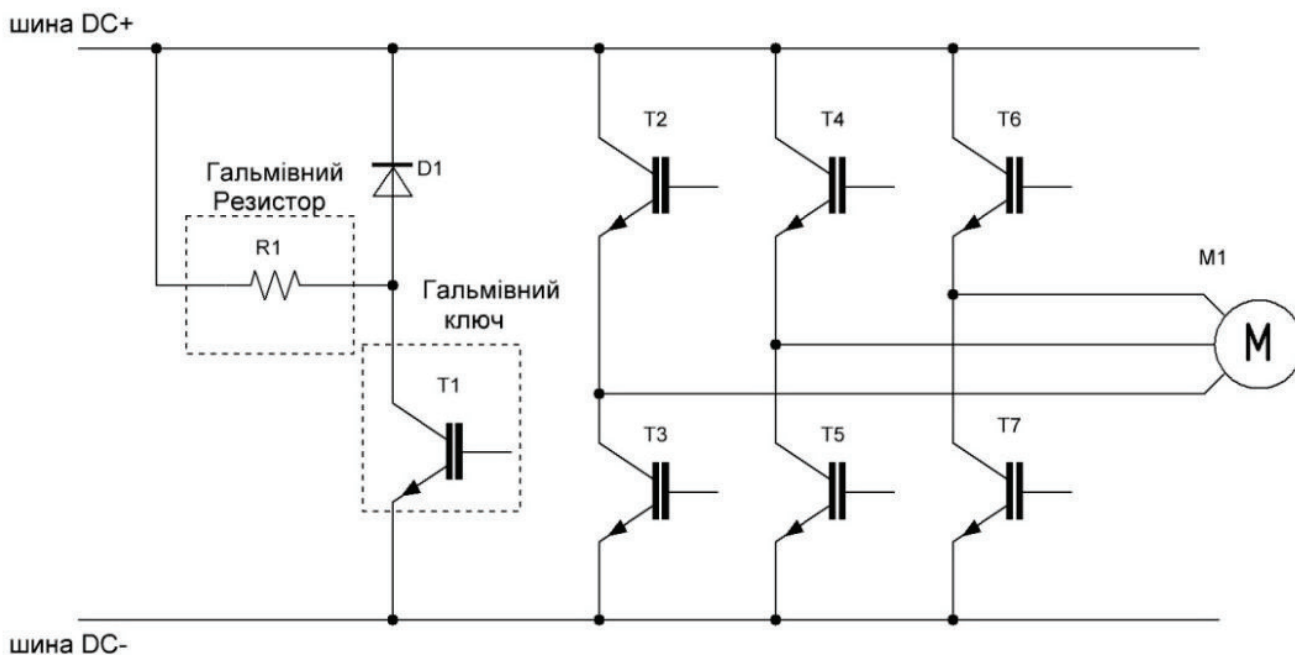


Рис.1. Типова електрична схема включення основних гальмівних компонентів ЧП.

Додаткова енергія поглинається гальмівним резистором та розсіюється у вигляді тепла. Розглянуте технічне рішення із інтенсивним динамічним гальмуванням, включають наступні застосування: центрифуги, крани, конвеєри, вентилятори та програмно керовані приводи які вимагають швидкого уповільнення.

### Вибір гальмівного резистора

Найчастіше для активного гальмування в електроприводах використовується гальмівний резистор для розсіювання кінетичної енергії накопиченої навантаженням електропривода, яка повертається в ланку постійного струму при гальмуванні або реверсі. Застосування компонента обґрунтовано необхідністю швидкої зупинки двигуна або швидкого зниження його швидкості (особливо, для навантажень з великим моментом інерції, а також для збільшення гальмівного моменту. Характеристики гальмівних резисторів розраховуються виходячи із 125% гальмівного моменту:  $(\text{кВт}) \cdot 125\% \cdot 0.8$  (0.8-ККД двигуна) і відносної тривалості включення резистора 10% (наприклад в циклі 100сек-вкл: 10сек/викл: 90сек). Для достатнього розсіювання тепла резистори потужністю до 400Вт повинні кріпитися на станину і нагріватися не вище 250°C, для резисторів потужністю від 1000Вт, температура повинна бути не більше 350°C. Величина відносної тривалості включення визначає мінімальний період гальмування, при якому відбудеться

повне розсіювання тепла на гальмівних модулях і резисторах, виділеного під час гальмування. При нагріві гальмівного резистора його опір збільшується і цим самим зменшується гальмівний момент.

### **Визначення основних параметрів системи гальмування**

З метою реалізації ефективного керування системою динамічного гальмування ЧП слід визначити наступні властивості механічної частини:

- Потужність двигуна ( $W$ ).
- Номінальна швидкість двигуна ( $N_0$ ).
- Мінімальна ( $N_1$ ) та максимальна ( $N_2$ ) робоча швидкість двигуна.
- Інерція двигуна ( $WK^2_M$ ) та навантаження ( $WK^2_L$ ) на валу двигуна.
- Бажаний час гальмування або зупинки двигуна ( $t$ ).
- Діапазон зміни швидкості та навантаження протягом робочого циклу.

### **ЛІТЕРАТУРА**

---

<https://volrad.com.tr/en/braking-techniques-part-1-dynamic-braking-2/>

[https://www.electrical4u.com/types-of-braking-in-a-dc-motor/#google\\_vignette](https://www.electrical4u.com/types-of-braking-in-a-dc-motor/#google_vignette)

<https://www.motioncontroltips.com/faq-what-is-dynamic-braking-and-when-is-it-used/>