

**MINISTRY OF DEFENSE OF UKRAINE  
ODESA MILITARY ACADEMY**



**ELECTRICAL AND POWER  
ENGINEERING AND  
ELECTROMECHANICS  
(EPEE 2024)**

**IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
PROCEEDINGS**

**MAY 15, 2024**



**MINISTRY OF DEFENSE OF UKRAINE  
ODESA MILITARY ACADEMY**

**ELECTRICAL AND POWER ENGINEERING AND  
ELECTROMECHANICS (EPEE 2024)**

**Proceedings of IV International Scientific Conference**

**May 15, 2024**

**Odesa, Ukraine  
2024**

## ORGANIZING COMMITTEE

Denis LISOVENKO, Odessa Military Academy, Ukraine (Chair)  
Oleg MASLIY, Odessa Military Academy, Ukraine (Co-Chair)  
Roland HEVORGYAN, Odessa Military Academy, Ukraine (Co-Chair)  
Andrew BUKAROS, Odessa Military Academy, Ukraine (Co-Chair)  
Herman TRUSHKOV, Odessa Military Academy, Ukraine (Secretary)  
Oleksii SERGIEIEV, Odessa Military Academy, Ukraine  
Volodymyr SERGEIEV, Odessa Military Academy, Ukraine  
Tetiana OBNAVKO, Odessa Military Academy, Ukraine

## PROGRAM COMMITTEE

Andrew BUKAROS, Odessa Military Academy, Ukraine (Chair)  
Oleg ONISHCHENKO, National University "Odessa Maritime Academy", Ukraine (Co-Chair)  
Irina HVOZDEVA, National University "Odessa Maritime Academy", Ukraine (Co-Chair)  
Boukhalfa BENDAHMANE, University Abderrahmane Mira of Béjaïa, Algeria

*Electrical and Power Engineering and Electromechanics (EPEE 2024)*. Odesa, Ukraine, May 15, 2024: proceedings. Odesa Military Academy, 2024. 59 p.

DOI 10.6084/m9.figshare.25858477

Copies may be made only from legally acquired originals. A single copy of one article per issue may be downloaded for personal use (non-commercial research or private study).

Downloading or printing multiple copies is not permitted. Electronic Storage or Usage Permission of the Publisher is required to store or use electronically any material contained in this work, including any chapter or part of a chapter. Permission of the Publisher is required for all other derivative works, including compilations and translations. Except as outlined above, no part of this work may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means without prior written permission of the Publisher.

## КОМПЛЕКСНИЙ ПОКАЗНИК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

к.т.н., доц. Мошнорізі М. М., магістрант Грибовський О. А.

*Вінницький національний технічний університет*

Основні задачі експлуатації – досягти безперебійної, надійної та якісної роботи електричного приводу, що забезпечить як умога кращі техніко-економічні показники. Важливою вимогою експлуатації є підтримання робочої машини в справному технічному стані на протязі усього часу її роботи, а також забезпечення її економічності. Для забезпечення усіх цих умов необхідно проводити планові технічні огляди та здійснення ремонтних чи інших профілактичних робіт за для забезпечення надійного функціонування електричного двигуна та попередження виходу машини з ладу.

При експлуатації технічний стан машини погіршується в зв'язку з стиранням, зносом технічних деталей, відкручуванням кріплень через вібрації, втомленість матеріалів та ряду інших причин. Усі ці фактори можуть призвести до виведення з ладу електричного двигуна чи спрацюванню захисту. Планові перевірки та проведення ремонтних та профілактичних робіт можуть як попередити наслідки так і прибрати причини виникнення можливих несправностей. Отже важливим показником електричного двигуна є його надійність при експлуатації. Зазвичай показниками надійності виступають такі речі як ймовірність невідмовної роботи чи експлуатаційний термін [1].

Для оцінки ефективності роботи двигуна за певний часовий інтервал потрібно розбити кожний етап роботи двигуна на окремі статичні відрізки. Проаналізувавши окремі відрізки та розглянувши їх як статичний режим роботи, можна визначити ефективність двигуна в цей проміжок часу. Аналогічно потрібно проаналізувати та визначити ефективність роботи на усіх інших проміжках які нас цікавлять.

У якості показника ефективності можуть бути коефіцієнт корисної дії машини, коефіцієнт завантаження (використання), температура обмоток, коефіцієнт потужності тощо.

Якщо у якості вимірювальної характеристики взяти коефіцієнт корисної дії, то можна стверджувати, що чим ближчий цей показник до 100% тим ефективніше працює наш двигун. По сьогоднішнім стандартам клас ефективності електричного двигуна визначається за його показником ККД. Існує 4 класи які показують ефективність двигуна від меншого показника до більшого та маркуються наступним чином ІЕ1-ІЕ4. Саме за рахунок зменшення втрат в двигуні а отже і підвищенню енергоефективності зростає показник ККД [2].

Не завжди при номінальному навантаженні двигун має максимально ефективність. Як показують дослідження якщо двигун в малій мірі недовантажений то його характеристика ефективності вища а ніж у повністю завантаженого двигуна. Слід також зауважити що при роботі в режимі S3 недовантажений двигун матиме перевагу в надійності над двигуном який частину циклу працює перевантаженим а частину циклу з номінальним навантаженням. Таким чином відбудеться покращення його перевантажувальної здатності [2].

Двигун в процесі своєї роботи має значні втрати основні з яких йдуть на нагрівання обмоток двигуна. Залежно від втрат, розмірів двигуна, режиму роботи, перевантаження та навколишнього середовища двигун може нагріватися до різних температур. Показник температури не повинен перевищувати допустимих значень адже це значно зменшує термін експлуатації такого двигуна. Вважається що кожне перевищення номінальної температури скорочує термін роботи у двічі. Виходячи з цього критично важливо забезпечити виконання технологічного процесу без перегріву електричної машини. Для цього зазвичай використовують такі засоби як решітки тепловідводу та крильчатка що обдуває електричний двигун [2].

Визначення коефіцієнта потужності дозволяє оцінити характер роботи двигуна, зрозуміти яке навантаження на валу та які втрати відбуваються в обмотках при роботі. Це узагальнена характеристика яка доповнює усі інші у виборі більш ефективного двигуна для

конкретного технологічного процесу. Цю характеристику слід використовувати у тих ситуаціях коли отримати значення ККД є важко здійсненим або узагалі неможливим [1].

Оцінивши всі основні показники які впливають на енергетичну ефективність електричного двигуна потрібно проаналізувати та вивести узагальнений показник який буде характеризувати ефективність.

Нами були визначенні основні критерії та спосіб їх поєднання.

Якщо побудувати комп'ютерну модель електропривода, то можна отримати залежність комплексного показника економічної ефективності у часі. Задавши різні режими роботи системи, отримаємо різні залежності показника. Наприклад, для випадку плавного і ступеневого розгону системи під навантаженням комплексний показник енергетичної ефективності буде мати вигляд, зображений на рисунку 1.

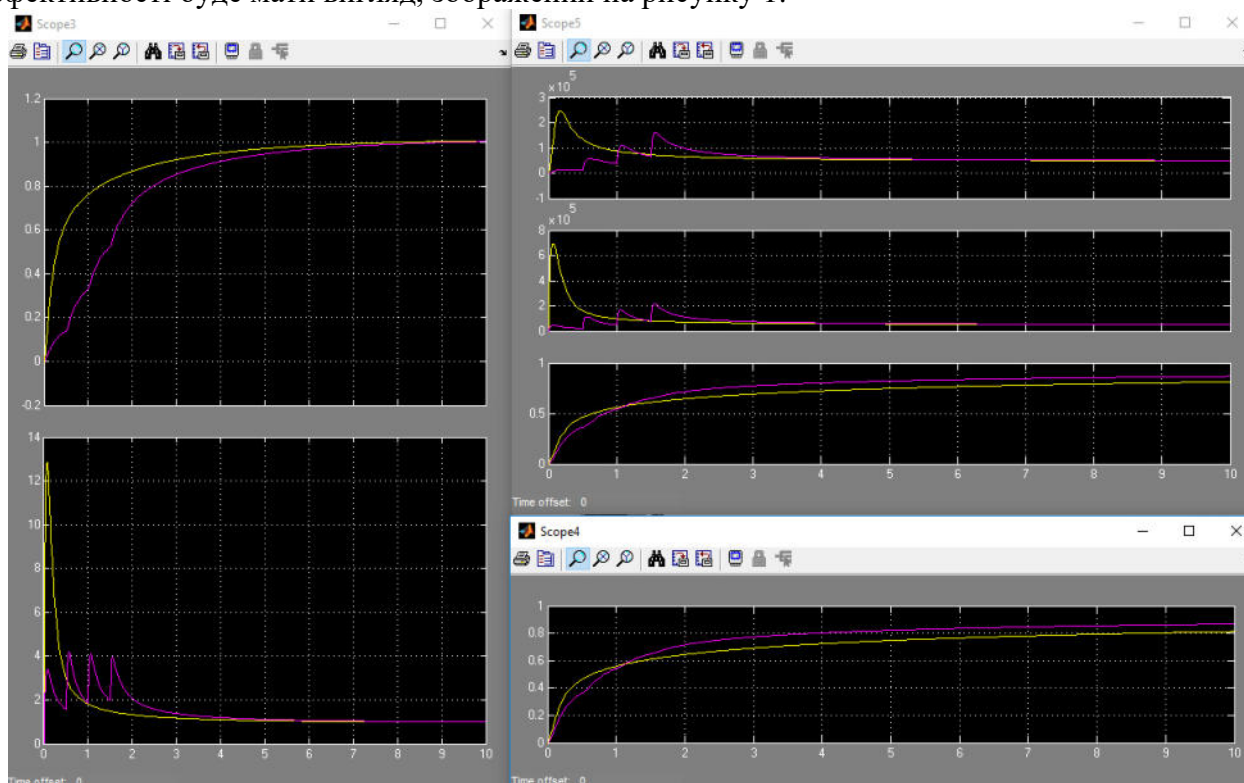


Рисунок 1. Комплексний показник енергетичної ефективності під час плавного розгону (жовтий графік) і ступеневого пуску (фіолетовий колір графіків)

На рисунках зліва порівняно графіки швидкості (зверху) та струму (знизу) електропривода, орахованих у відносних величинах. На рисунках справа подано графіки спожитої електричної енергії корисної (зверху), затраченої (посередині), комплексного показника (знизу).

Отже, за результатами виконання роботи було запропоновано оцінювати ефективність роботи електропривода за комплексним показником енергетичної ефективності. Для перевірки запропонованого підходу було виконано моделювання роботи електропривода в різних режимах і порівняно ефективність кожного з них. Результати моделювання підтвердили кращу ефективність роботи системи з ступеневим пуском.

1. Закладний О. О., Прокопенко В. В. Узагальнений показник енергетичної ефективності електропривода. Енергетика: економіка, технології, екологія. 2017. №4. С. 95-101.
2. Мошноріз М. М., Чайка І. А. Комплексний показник енергетичної ефективності тягового двигуна при роботі за певний час. Світові тенденції ресурсозбереження на електричному транспорті. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2023. С. 202-205.