

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

В.С. Моркун

2016 р.



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на ініціативну науково-дослідну роботу

«Розробка програмно-апаратного забезпечення системи автоматичної ідентифікації параметрів асинхронного двигуна»

РК№ 0116U001827

Кривий Ріг – 2016

1. Підстава для виконання НДР

Підставою для проведення НДР «Розробка програмно-апаратного забезпечення системи автоматичної ідентифікації параметрів асинхронного двигуна» є ініціатива співробітників кафедри електромеханіки, які виконують наукові дослідження з проблем підвищення енергоефективності електромеханічного обладнання та устаткування. Термін виконання НДР: квітень 2016 р. – квітень 2018 р.

2. Мета та вихідні дані

На сьогодні у світі в різних галузях суспільного виробництва задіяно більше 7 млрд. електричних двигунів, серед яких асинхронні двигуни (АД) є найбільш масовими. Їх доля в світовій номенклатурі двигунів складає біля 90%, а за потужністю – більше 50%. В Україні на кінець ХХ століття щорічний випуск короткозамкнених АД перевищував 10 млн одиниць, на долю яких припадало більше половини споживаної електричної енергії.

Такі унікальні показники використання АД, в першу чергу короткозамкнених, обумовлені їх загальновідомими позитивними якостями – простотою конструкції, надійністю, відносно низькою вартістю. Але ці якості проявляються лише при відповідності потужності двигуна і навантаження, тобто при достатньо високих коефіцієнтах завантаження k_3 . Відомо, що недостатньо високі енергетичні показники АД середньої потужності (ККД і коефіцієнт потужності) у порівнянні з синхронними двигунами додатково зменшуються при недовантаженні. Так, нормативні документи Міністерства палива і енергетики України рекомендують при коефіцієнті завантаження АД в межах $(0,4 \dots 0,5) < k_3 < (0,7 \dots 0,75)$ підтверджувати доцільність використання АД відповідними техніко-економічними розрахунками, а при $0 < k_3 < (0,4 \dots 0,5)$ необхідна заміна двигуном меншої потужності.

У той же час якщо виміряти або надійно розрахувати потужність, яку споживає двигун, достатньо просто, то безпосереднє вимірювання або розрахунок потужності (або моменту) на валу є складною науково-технічною проблемою, особливо в умовах працюючого двигуна.

Тому основна *ідея проекту* полягає у поєднанні сучасних досягнень в галузі інформаційних технологій, математичного моделювання та електроніки при розробці програмно-апаратного забезпечення системи автоматичної ідентифікації параметрів асинхронного двигуна з достатньо високим рівнем адекватності реальним об'єктам.

Робоча гіпотеза проекту полягає в можливості забезпечення високої точності програмно-апаратного комплексу у практично необмеженому діапазоні потужностей асинхронних двигунів.

Про актуальність і складність проблеми визначення потужності (моменту) на валу двигуна свідчить велика кількість наукових публікацій і патентів, присвячених цій проблемі. Вимірювання моменту можливо робити різними способами [1]. Вимірюванням миттєвих значень магнітних потоків і струмів двигунів з наступним використанням ідеалізованих залежностей [2] в ряді випадків можуть призвести до значних похибок вимірювань, тому цей метод не набув поширення.

10

Достатньо активно в останні десятиліття науковими школами проф. Родькіна Д.Й. і Чорного О.П. розвивався енергетичний метод ідентифікації параметрів АД на основі вимірювання миттєвої потужності [3, 4]. Широко використовуються також розрахункові методи імітаційного моделювання моменту в програмному пакеті MATLAB [5]. Паралельно розвивалися прямі методи вимірювання моменту на валу двигуна. Існують різні пристрої для вимірювання крутного моменту: балансирні динамометри, торсіонні прилади, трансмісійні динамометри і перетворюючі установки для вимірювання крутного моменту по вторинних параметрах і т.д. [6-9]. На сьогодні найбільш перспективними вважаються тензометричні системи [10-13] з безконтактною передачею інформації з тензодатчиків.

Метою проекту є моніторинг основних параметрів асинхронних двигунів в робочих режимах для визначення відповідності потужності двигуна і навантаження в реальних умовах експлуатації, оцінка основних енергетичних показників та автоматизований вибір оптимального за енергоефективністю і технологічними вимогами двигуна на основі проведеного моніторингу.

Робота виконується вперше.

Перелік науко-технічної літератури, що буде використовуватися при проведенні НДР:

1. Методы определения потерь и коэффициента полезного действия электрических машин – ГОСТ 25941-83.
2. Лейтман М.Б. Автоматическое измерение выходных параметров электродвигателей. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 152 с.
3. Черный А.П. Мониторинг параметров электрических двигателей электромеханических систем: монография / А.П. Черный, Д.И. Родькин, А.П. Калинин, О.С. Воробейчик. – Кременчуг: ЧП Щербатых А.В., 2008. – 244 с.
4. Загирняк М. В. Энергетический метод идентификации параметров асинхронных двигателей: монография / М. В. Загирняк, Д. И. Родькин, Ю. В. Ромашихин, А. П. Черный. – Кременчуг: ЧП Щербатых А. В., 2013. – 164 с.
5. Дементьев Ю.Н. Моделирование асинхронного двигателя с устройством косвенного измерения момента // Дементьев Ю.Н., Умурзакова А.Д., Удут Л.С. – Фундаментальные исследования. – 2014, № 12-5. С. 931-935.
6. Москаленко В.В. Измерение динамических моментов в электроприводах переменного тока / Москаленко В.В. Масандилов Л.С.. – М.: Энергия, 1975. – 184 с.
7. Дементьев Ю.Н. Устройство для измерения крутящего момента трехфазного асинхронного электродвигателя // Дементьев Ю.Н., Умурзакова А.Д. – Патент на полезную модель РФ № 131874, 27.08.2013.
8. Умурзакова А.Д., Мельников В.Ю. Способ измерения крутящегося момента асинхронного электродвигателя // Умурзакова А.Д., Мельников В.Ю – Инновационный Патент РК № 20031, 14.02.2009. бюл. № 2.6.
9. Датчики крутящего момента. Решения по измерению крутящего момента от компании Datum Electronics <http://www.datum-electronics.ru/torque-transducers-torque-sensors-and.aspx>.

10. Криммель В. Развитие и будущее технологии измерения крутящего момента <http://www.industrialauto.ru>

11. Тензоусилитель телеметрический ТТ30
<http://www.tilkom.com/applikation/>

12. Батищев Ю.А. Измерение крутящего момента двигателя транспортных машин для построения математической модели загрязнения приземного слоя атмосферы // Ю.А. Батищев, В.В. Калашников – Механизация и электрификация животноводства, растениеводства, 2010, № 2. С. 53-59.

13. Гапонов В.Л. Измерение крутящего момента на вращающихся валах /А.С. Гуринов, В.В. Дудник, В.Л. Гапонов, В.В. Калашников – Инженерный вестник Дона, 2012.

3. Етапи роботи, термін виконання та кінцеві результати

Етапи роботи (рік)	Назва та зміст етапу	Очікувані результати етапу. Звітна документація.
1 етап (квітень 2016 р. - лютий 2017 р.)	1. Теоретичний порівняльний аналіз прямих та непрямих методів вимірювання вихідних параметрів АД. 2. Порівняльний аналіз існуючих способів безпосереднього вимірювання крутного моменту та потужності АД в лабораторних умовах. 3. Узагальнення матеріалів патентного пошуку і підготовка звіту про патентні дослідження 4. Розробка математичних моделей для ідентифікації параметрів короткозамкнених АД.	Аналітичний звіт щодо перспективних напрямів дослідження. Звіт про патентні дослідження щодо способів безпосереднього вимірювання крутного моменту Комплекс математичних моделей для дослідження енергетичних параметрів АД Дві науково-технічні публікації за матеріалами етапу
2 етап (березень 2017 р. - грудень 2018 р.)	5. Виготовлення і налагодження макетів, датчиків, експериментальних установок для вимірювання моменту та потужності на валу АД. 6. Розробка програмних засобів обробки інформації, отриманої в результаті фізичного та математичного моделювання для визначення енергетичних характеристик АД у процесі його роботи. 7. Розробка технічної документації для тензометричного датчика крутного моменту з використанням цифрового радіоканалу. 8. Виготовлення та налагодження тензометричного датчика крутного моменту з використанням безконтактного цифрового радіоканалу.	Експериментальна установка для проведення досліджень в лабораторних умовах. Комплекс програмних засобів для обробки аналогової та цифрової інформації за результатами фізичного та математичного моделювання енергетичних характеристик АД Експериментальний зразок тензометричного датчика крутного моменту з використанням цифрового радіоканалу Дві науково-технічні публікації за матеріалами етапу
3 етап (січень 2018 р. - квітень 2018 р.)	9. Розробка та реалізація алгоритмів та програм калібровки датчиків крутного моменту. 10. Проведення експериментальних досліджень з вимірювання моменту прямими та непрямими методами в лабораторних умовах. 11. Оброблення і коригування результатів теоретичних і експериментальних досліджень 12. Формулювання висновків за результатами досліджень і розроблення рекомендацій щодо	Методика калібровки датчиків крутного моменту Протоколи експериментальних досліджень в лабораторних умовах Рекомендацій щодо застосування результатів НДР Звіт з НДР Дві науково-технічні публікації за матеріалами етапу

застосування результатів НДР 13. Складання та оформлення звіту з НДР 14. Розглядання результатів НДР на науково-технічній раді	
--	--

4. Очікуванні результати проекту, спосіб реалізації результатів НДР

Наукові й практичні результати, отримані в результаті виконання роботи, а також рекомендовані на їх основі рішення за окремими показниками будуть перевищувати аналогічні вітчизняні розробки.

Очікувані результати.

Нові й вдосконалені програмні засоби та технічні рішення щодо методики визначення енергетичних характеристик АД шляхом достовірного вимірювання крутного моменту й потужності двигунів безпосередньо в умовах їх експлуатації, на основі якої буде можливим оперативний розрахунок відповідності двигуна конкретному навантаженню, комплексне оцінювання рівня його енергоефективності та надання можливих рекомендацій щодо його підвищення до оптимального значення.

Результатами виконання роботи є:

- програмний та апаратний комплекс вимірювання енергетичних характеристик короткозамкнених АД;
- експериментальна установка для проведення досліджень в лабораторних умовах;
- експериментальний зразок тензометричного датчика крутного моменту з використанням цифрового радіоканалу;

Передбачувані способи реалізації результатів НДР.

Практичне використання розробки дасть змогу виявити ефективні напрямки використання теоретичних та експериментальних досліджень для розробки високоточного пристрою для оцінки енергетичних параметрів АД без вилучення їх з робочого процесу. Спосіб реалізації результатів НДР базується на виготовленні і апробації такого пристрою в лабораторних умовах. На основі обробки результатів експериментальних лабораторних досліджень буде сформоване рішення про можливість проведення відповідних експериментів безпосередньо в умовах виробництва.

Результати роботи для навчального процесу:

Результати досліджень будуть використані при викладанні навчальних дисциплін «Енергоефективні системи та технології в електромеханіці» та «Мікропроцесорні системи в електромеханіці» шляхом підготовки двох лабораторних робіт:

Підвищення енергоефективності асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором;

Інтерфейси мікропроцесорних систем.

За результатами роботи:

- буде підготовлено одну публікацію у журналах, що входять до наукометричних баз даних, зокрема Scopus;
- буде підготовлено 3 статті у журналах, що включені до переліку наукових фахових видань України;

- заплановано представлення результатів роботи на міжнародних та Всеукраїнських конференціях з 4 публікаціями в матеріалах конференцій, що входять до наукометричних баз даних з переліку МОН України (ВАК України);

- підготовлено 2 наукові студентські роботи для участі у Всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт.

5. Перелік технічної документації, якою завершується виконання НДР

№ з/п	Показники	Кількість
1.	Заплановані публікації авторів за тематикою НДР: 1.1 Статті у журналах та збірниках наукових праць, що входять до наукометричних баз даних (Scopus, Web of Science). 1.2 Статті у журналах, що включені до переліку наукових фахових видань України. 1.3 Монографії, що опубліковані за рішенням наукової (вченої) ради вишого навчального закладу/наукової установи.	1 2 -
2.	Використання результатів роботи в навчальному процесі: 2.1. Публікація підручників, навчальних посібників 2.2. Публікація інших видань (словники, довідники тощо). 2.3. Розроблення і впровадження нового лекційного курсу або циклу лабораторних робіт.	- - 2 ЛР
3.	Заплановане використання результатів проекту при підготовці наукових кадрів: 3.1. захист докторських дисертацій (прийняття до захисту спеціалізованою вченою радою) за тематикою проекту. 3.2. захист кандидатських дисертацій (прийняття до захисту спеціалізованою вченою радою) за тематикою проекту.	- -
4.	Отримання охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності створені за тематикою проекту: 4.1. Буде отримано патентів (свідоцтв про право автора на твір) України. 4.2. Буде отримано патентів (свідоцтв про право автора на твір) інших держав.	1 -
5.	Участь у виконанні проекту: 5.1. Студентів. 5.2. Аспірантів, молодих вчених.	4 1

6. Порядок розгляду та приймання результатів НДР

В роботі відсутні відомості, опублікування яких заборонено відповідно до «Зводу відомостей, що становлять державну таємницю» (затвердженого наказом СБУ № 440 від 12.08.2005 р.) і «Переліку конфіденційної інформації», затвердженого наказом МОН України від 28.03.2008 р. № 273, тому робота виконується у відкритому порядку.

7. Порядок розгляду та приймання результатів НДР

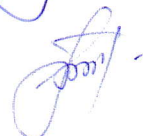
Результати закінченої роботи розглядаються Вченою Радою ДВНЗ «КНУ» і приймаються та оцінюються комісією НДЧ ДВНЗ «КНУ».

Керівник НДР



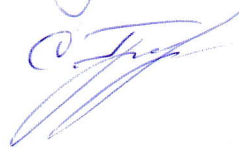
С.Т. Толмачов

Начальник НДЧ



Д.В. Бровко

Нормоконтролер



С.М. Грищенко