

НЕЧІТКА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено математичну модель для визначення залишкового ресурсу електричного двигуна з використанням теорії нечітких множин.

Ключові слова: електричний двигун, нечітка модель, залишковий ресурс, fuzzy-регулятор.

Abstract

A mathematical model for determining the residual life of an electric motor with the use of the theory of fuzzy sets is developed.

Keywords: electric motor, fuzzy model, residual resource, fuzzy-regulator.

В більшості випадків електричні двигуни, в яких вже вичерпався гарантований заводом-виробником ресурс, і далі продовжують працювати, виконуючи покладені на них всі функції. Але при цьому надійність їх функціонування суттєво знижується, особливо коли електродвигун працює в умовах, при яких наявні часті перевантаження. Тому визначення залишкового ресурсу електричного двигуна в процесі його функціонування є питанням актуальним.

Існують достатня кількість робіт [1] – [12], спрямованих на визначення технічного стану електричних двигунів. Однак всі вони орієнтовані на використання класичного математичного апарату для розв'язання даної задачі. Але в багатьох випадках точність визначення вхідних даних для розрахунку далека від бажаного рівня.

Для усунення цієї проблеми запропоновано визначати залишковий ресурс електричного двигуна з використанням теорії нечітких множин та нечіткої логіки.

Проаналізувавши фактори, які найбільш суттєво впливають на зміну залишкового ресурсу електричного двигуна, як діагностичні ознаки обрано такі параметри: струм, що протікає по обмотці; температуру найбільш нагрітої точки обмотки; швидкість зміни температури обмотки; температуру підшипникових вузлів; рівень вібрації.

В результаті досліджень встановлені діапазони зміни вхідних змінних та їх лінгвістичні оцінки, розроблена нечітка база знань для системи нечіткого виведення, що дало можливість представити нечіткі терми у вигляді логічних рівнянь.

Для реалізації запропонованої моделі використано редактор системи нечіткого висновку FIS в графічному режимі математичного пакету Matlab. Зовнішній вигляд вікна цього редактора для налагодження fuzzy-регулятора для визначення залишкового ресурсу електричного двигуна приведено на рис. 1.

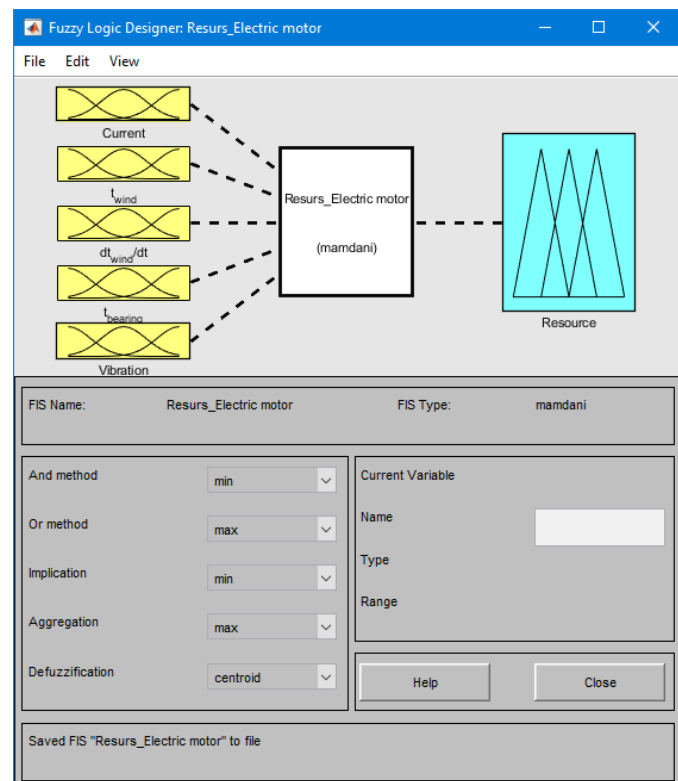


Рис. 1. Fuzzy-регулятор в редакторі FIS для визначення залишкового ресурсу електродвигуна

Висновки

Запропоновано визначати залишковий ресурс електричного двигуна з використанням теорії нечітких множин та нечіткої логіки. Розроблено математичну модель, що дозволяє визначати залишковий ресурс електродвигуна з врахуванням струму, що протікає по обмотці, температури найбільш нагрітої точки обмотки, швидкості зміни температури обмотки, температури підшипникових вузлів та рівня вібрації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. William T. Thomson, Mark Fenger. Development of a tool to detect faults in induction motors via current signature analysis // IEEE Industry Application Magazine July / August 2001.
2. Виговський О.В. Діагностика асинхронних двигунів блоків атомних електростанцій / О. В. Виговський // Проблеми безпеки атомних електростанцій і чорнобиля. – 2018. – Вип. 31. – С.36-40. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ispnpp.kiev.ua/wp-content/uploads/2018/2018_31/c36.PDF
3. Макотринський О.В. Штучна нейронна мережева система неперервного типу для діагностики тягового електропривода // О.В. Макотринський, Я.В. Ващенко, С.І. Яцько // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2013. – Вип. 141. – С. 230-234.
4. Розводюк М.П. Синтез структури пристрою для контролю технічного стану асинхронного двигуна / М.П. Розводюк, Д.С. Хайнацький // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2019), м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 11-30 травня 2019 р. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2019/paper/view/6176>
5. Розводюк М.П. Діагностування електродвигуна за параметрами його зовнішнього магнітного поля [Електронний ресурс] / М. П. Розводюк // Тези доповідей науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ), м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 21-23 березня 2018 р. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fecem/all-fecem-2018/paper/view/4688/3750>
6. Мокін Б. І. Математичні моделі та системи технічної діагностики основних електротехнічних систем міських трамваїв [Текст] : монографія / Б. І. Мокін, М. П. Розводюк. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 126 с.
7. Пат. 104052 UA, МПК G07C 3/10. Пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна [Текст] / Грабко В.В., Розводюк М.П., Поліщук А.Л. (Україна). – № у 2015 06627; заявл. 06.07.2015; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1. – 10 с. : кресл.
8. Пат. 105197 UA, МПК G07C 3/10. Пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна [Текст] / Грабко В.В., Розводюк М.П., Гоноровський В.В. (Україна). – № у 2015 08132; заявл. 17.08.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. – 9 с. : кресл.
9. Пат. 105198 UA, МПК G07C 3/10. Пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна постійного струму [Текст] / Грабко В.В., Розводюк М.П., Тимошенко О.Л. (Україна). – № у 2015 08133; заявл. 17.08.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. – 11 с. : кресл.
10. Пат. 105199 UA, МПК G07C 3/10. Пристрій для контролю електричного двигуна [Текст] / Грабко В.В., Розводюк М.П., Янчук О.М. (Україна). – № у 2015 08134; заявл. 17.08.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. – 14 с. : кресл.
11. Пат. 105201 UA, МПК G07C 3/10. Пристрій для контролю електричного двигуна [Текст] / Грабко В.В., Розводюк М.П., Беседін Р.О. (Україна). – № у 2015 08136; заявл. 17.08.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. – 14 с. : кресл.
12. Пат. 105570 UA, МПК G07C 3/10, G07C 3/14. Пристрій для контролю електричного двигуна / Грабко В.В., Розводюк М.П., Тимошенко О.Л. (Україна). – № у 2015 09327; заявл. 28.09.2015; опубл. 25.03.2016, Бюл. № 6. – 16 с. : кресл.

Розводюк Михайло Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rozvodiukmp@gmail.com

Rozvodiuk Mykhailo P. – Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of electromechanical systems automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rozvodiukmp@gmail.com