

Поджаренко В., Кучерук В., Войтович О. (Україна, Вінниця)

## РАННЯ ДІАГНОСТИКА ЕЛЕКТРОМОТОРІВ В РЕАЛЬНОМУ МАСШТАБІ ЧАСУ

Електричні мотори (ЕМ) є важливими елементами для великої кількості технологічних систем та процесів. Покращення надійності, безпеки та ефективності існуючих методів контролю та технічної діагностики ЕМ стає все важливішою задачею для багатьох технічних процесів. Особливо це стосується таких галузей як автомобільний та залізничний транспорт, хімічне виробництво та електроенергетика, побутова та медична техніка. При класичних підходах використовується обмеження або перевірка зміни деяких вихідних параметрів. Так як такі методи не дають детальної інформації та не дозволяють діагностувати несправність, все більше розвиваються методи, основані на моделі об'єкта з використанням вхідних та вихідних сигналів. Ці методи базуються, наприклад, на оцінці параметрів, контрольних рівняннях або експертних станах. Також розвивається підхід на основі моделі сигналу. Визначення діагнозів несправностей відбувається за допомогою класифікації або стратегії логічного висновку.

Часто несправності, що виникають в середині ЕМ, можуть бути визначені по проходженню тривалого проміжку часу, а раптові виходи з ладу цих ЕМ можуть спричинити великі втрати. Рання та правильна діагностика несправностей приводить до зупинення розвитку аварійних ситуацій та скорочення часу простою. Вона також дозволяє позбавитись шкідливих, часом небезпечних, впливів несправностей на технологічні системи та процеси.

ЕМ є складними об'єктами і, відповідно, можуть характеризуватись значеннями параметрів векторів вхідних величин  $\bar{u}$ , стану  $\bar{x}$ , завод та збурень  $\bar{f}$ , які впливають на роботу, а також параметрами вектору виходу  $\bar{Q}$ . Опрацювати таку кількість інформації та зробити відповідний висновок швидко та точно досить важко. Отже актуальною задачею є створення апаратного та програмного забезпечення, яке дозволить приймати діагностичне рішення в реальному масштабі часу на основі аналізу зміни параметрів ЕМ. Це може бути досягнуто шляхом створення інтелектуальної моделі, яка інтерпретує значення контрольованих параметрів в реальному масштабі часу. Складність поставленої задачі полягає в тому, що ЕМ є складними нелінійними об'єктами. Вихідні параметри залежать від багатьох факторів: зміни вхідних параметрів, параметрів стану та завод і збурень. Часто діагностичне рішення приймається лише з огляду на досвід експерта без достатнього теоретичного обґрунтування. В цьому випадку доцільним для вирішення поставленої задачі є використання засобів нечіткої логіки та нейронних мереж.

Запропонований метод проектування інтелектуальної моделі оцінки технічного стану та діагностування ЕМ, оснований на формалізації за допомогою адаптивних нейронечітких систем. Аналіз стану ЕМ та прийняття діагнозу оснований на оцінці співвідношення між зміною параметрів входу  $\bar{u}$  та параметрів виходу  $\bar{Q}$ . Нейронечітка мережа, апроксимує вихід об'єкта, який моделюється при справному технічному стані. ЕМ в справному технічному стані можна представити деякою нелінійною функцією. При створенні системи технічного діагностування параметри справного ЕМ беремо як початкові, відносно яких розглядаються наступні зміни параметрів.

Для повноти отримання діагностичної інформації необхідно досліджувати ЕМ в декількох режимах роботи. Репрезентативними режимами роботи ЕМ для визначення діагностичних параметрів є режими пуску, статичний режим, самогальмування, ударне навантаження, повторно-динамічний режим. В кожному з режимів необхідним є визначення лінгвістичних термів "Якщо-То" бази знань та формулювання правил бази знань, які б максимально відображали вплив зміни вхідних векторів на вихідні.

Важливим моментом при застосуванні нейронечіткого метода діагностування є навчання та тестування нейронної мережі. Для навчання та тестування обирають різні вибірки. При цьому необхідно враховувати, що навчальна вибірка повинна представляти більш складний режим роботи, ніж тестувальна, а потім і робоча, оскільки в іншому випадку похибка буде перевищувати допустимі межі, так як мережа, не буде знати як поводити себе в такій ситуації. Метод технічного діагностування ЕМ в реальному масштабі часу на основі нейронечіткої мережі сприяє як зниженню ймовірності пропуску дефекту, так і помилкового його виявлення, і доцільний для винесення діагнозів про технічний стан ЕМ.