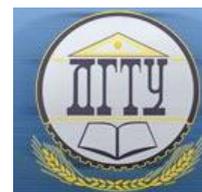


ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 62-799

Исследование возможностей создания системы диагностики параметров асинхронного двигателя мехатронного электромеханического модуля на основе искусственных нейронных сетей

Ф.С. Гришин, М.Н. Филимонов, С. Буганара

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Аннотация. Рассмотрена возможность создания системы диагностики параметров асинхронного двигателя мехатронного электромеханического модуля на основе искусственных нейронных сетей. В итоге будут представлены различные методы контроля работы двигателя: магнитный, электрический, вихрековый, радиоволновой, тепловой, визуально-оптический, радиационный, акустический и капиллярный. Такой комплексный подход к диагностике асинхронного двигателя представляет собой новацию среди исследований, ведущихся в данном направлении. Очевидно, что в ближайшее время сохранят актуальность вопросы улучшения технических и эксплуатационных характеристик асинхронного двигателя. При этом создание системы диагностики на основе искусственных нейронных сетей облегчит выявление неисправностей. Ожидается, что по итогам исследования будут созданы: математическая модель мехатронного электромеханического модуля, стенд диагностики параметров асинхронного двигателя и система диагностики на основе искусственной нейронной сети.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, асинхронный двигатель, частотно-управляемый электропривод, математическая модель, мехатронный электромеханический модуль, анализ показателей датчиков, машинное обучение, статистические методы, компьютерное моделирование.

Investigation of the Possibilities of Creating a System for Diagnosing the Parameters of an Asynchronous Motor of a Mechatronic Electromechanical Module Based on Artificial Neural Networks (Ann)

Fedor S Grishin, Maksim N Filimonov, Sufian Buganara

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Abstract. The paper considers the possibility of creating a system for diagnosing parameters of an asynchronous motor of a mechatronic electromechanical module based on artificial neural networks. As a result, various methods of engine operation control are presented: magnetic, electric, eddy current, radio wave, thermal, visual-optical, radiation, acoustic and capillary. Such an integrated approach to the diagnosis of an asynchronous motor is an innovation among the studies conducted in this direction. It is obvious that in the near future the issues of improving the technical and operational characteristics of the asynchronous motor remain relevant. At the same time, the creation of a diagnostic system based on artificial neural networks will facilitate the identification of malfunctions. It is expected that according to the results of the study, a mathematical model of a mechatronic electromechanical module, a diagnostic stand for asynchronous motor parameters and a diagnostic system based on an artificial neural network will be created.

Keywords: artificial neural network, asynchronous motor, frequency-controlled electric drive, mathematical model, mechatronic electromechanical module, analysis of sensor performance, machine learning, statistical methods, computer modeling.

Введение. В рамках представленного исследования проверяется возможность создания системы диагностики параметров асинхронного двигателя (АД) мехатронного электромеханического модуля на основе искусственных нейронных сетей (ИНС).

Мехатронный электромеханический модуль объединяет механические, электрические, электронные компоненты и используется в промышленности (автомобилестроении, робототехнике и т. д.). Асинхронные двигатели в таком оборудовании обеспечивают необходимую мощность и скорость вращения. Как любой

механизм, асинхронный двигатель может выйти из строя. Наиболее частые причины — износ подшипников, перегрузки и короткое замыкание. В связи с этим особую важность приобретают контроль и диагностика состояния АД.

Авторы предлагают использовать искусственные нейронные сети (ИНС) для создания системы диагностики параметров АД. ИНС — это компьютерная модель, которая имитирует функции человеческого мозга и способна обрабатывать большие объемы информации [1]. ИНС можно использовать для выявления возможных неисправностей и анализа таких параметров АД, как ток, напряжение, мощность, частота.

Основная цель исследования — определение входных переменных, структуры нейронной сети, выбор метода и обучение ИНС на основе информации, полученной от датчиков, установленных на АД мехатронного электромеханического модуля. ИНС следует обучать на нормальных и аварийных состояниях АД.

ИНС способна выявлять закономерности в поведении асинхронного двигателя. Это позволяет не только определять возможные неисправности, но и формировать систему диагностики — более эффективную и точную, чем традиционные.

Частотно-управляемые электроприводы (ЧУЭП) широко применяются в робототехнике, автоматизации производственных процессов, транспортных средствах и других сферах [2]. Они позволяют решать задачи с точностью и скоростью, которые недостижимы для других типов приводов. Однако такие системы подвержены износу и неисправностям, которые могут привести к аварийной ситуации и потере продуктивности.

В современных условиях постоянно растет потребность в автоматизации производственных процессов, все шире применяются робототехнические системы с ЧУЭП на базе АД. Это обуславливает необходимость создания более эффективных методов диагностики и контроля работы таких систем.

Основная часть

Методы диагностики. Все известные подходы к диагностике ЧУЭП имеют недостатки. Это касается магнитного метода, а также электрического, вихрекового, радиоволнового, теплового, визуально-оптического, радиационного, акустического и капиллярного. Так, магнитный метод неэффективен при обнаружении негерметичности корпуса двигателя, а электрический не позволяет определить температуру обмоток. Перечисленные подходы используются для диагностики различных технических объектов, включая мехатронные электромеханические модули и асинхронные двигатели. Если же речь идет о разработке системы диагностики параметров АД на основе ИНС, необходимо задействовать представленные ниже методы.

Анализ показателей датчиков используется для получения информации о токе, напряжении, частоте вращения, температуре и других параметрах АД.

Методы математического моделирования позволяют создать модель АД и симулировать его работу в различных режимах и условиях.

Методы машинного обучения дают возможность определить характеристики, которые указывают на неисправность АД.

Статистические методы используются для выявления закономерностей и корреляций между параметрами АД и его состоянием.

Методы компьютерного моделирования применяют для имитации работы системы в различных условиях, а также для оценки ее точности и надежности.

Эффективной и универсальной представляется система диагностики на основе искусственных нейронных сетей, которая комбинирует разные методы контроля. Нейросети могут обучаться на больших объемах данных и формировать более точную модель для диагностики неисправностей.

Анализ системы диагностики. Анализ системы диагностики, которая основывается на использовании искусственных нейронных сетей, позволяет говорить о ее преимуществах.

Во-первых, такая система обеспечивает автоматизацию процесса диагностики и сокращает время на выявление неисправностей. Это особенно важно для ЧУЭП, ведь малейшие сбои в работе таких приводов ведут к серьезным проблемам и остановке производственных процессов.

Во-вторых, появляется возможность получить точные результаты в кратчайшие сроки. Нейронные сети могут обрабатывать большое количество данных и определять даже скрытые зависимости, что невыполнимо при других методах диагностики.

В-третьих, для системы диагностики на основе ИНС характерна гибкая настройка. Нейронные сети можно нацелить на конкретную задачу, что позволяет достичь наибольшей эффективности в диагностике.

Наконец, система диагностики на основе ИНС обучается на полученных результатах и улучшает качество прогнозов. Это означает, что с течением времени система становится более точной и эффективной, что сокращает простои и улучшает производственные процессы.

Выводы. Итак, планируется сфокусировать перспективные научные изыскания на создании системы диагностики состояния АД мехатронного электромеханического модуля с помощью ИНС. Это позволит автоматизировать диагностику, что обеспечит ее более высокую точность и оперативность. Как следствие сократится время простоя оборудования. Кроме того, появится возможность прогнозировать сбои и поломки. Решение предполагает создание системы, которая будет гибко настраиваться и обучаться с учетом полученных результатов.

Библиографический список

1. Хайкин С. *Нейронные сети*. Полный курс. 2-е изд. Москва: И. Д. Вильямс; 2006. 1104 с.
2. Филимонов М.Н., Карнаухов Н.Ф., Смяцкий Д.А. Двухрежимное управление автономным инвертором напряжения частотного привода производственного механизма в зоне малой скорости. *Известия вузов. Электромеханика*. 2018;61(2):70–76.

Об авторах

Филимонов Максим Николаевич, доцент кафедры «Робототехника и мехатроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, zaa20004@yandex.ru

Гришин Фёдор Сергеевич, магистрант кафедры «Робототехника и мехатроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), fedor_99@list.ru

Буганара Суфиан, аспирант кафедры «Робототехника и мехатроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), sbouganara@donstu.ru

About the Authors:

Maksim N Filimonov, associate professor of the Robotics and Mechatronics Departments, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Dr. Sci. (Eng.), zaa20004@yandex.ru

Fedor S Grishin, Master's degree student of the Robotics and Mechatronics Departments, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), fedor_99@list.ru

Sufian Bujanara, post-graduate student of the Robotics and Mechatronics Departments, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), sbouganara@donstu.ru