

## МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ШТУЧНОГО НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ДИСТА-НЦІЙНОЇ ТЕПЛОВОЇ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

*Мищенко А.А., Ємільянов О.В.*

*Науковий керівник – Єсаулов С.М., канд. техн. наук, доцент*

Двигуни постійного струму (ДПС) давно знайшли застосування в різних зразках електричного транспорту. Цілодобова експлуатація міського електротранспорту (МЕТ) з тяговими електродвигунами (ТЕД) можлива при справному електрообладнанні, що діагностується при щоденному його технічному обслуговуванні (ЩТО). У зв'язку з цим завдання вдосконалення систем діагностичного контролю (СДК) справності компонентів МЕТ залишається актуальною.

Мета роботи: запропонувати варіант пристрою для діагностування тягових електродвигунів транспортних засобів.

Матеріали та результати дослідів. З огляду на високі вимоги до джерел первинної інформації при тепловому контролі електричних машин в основу дослідження термоперетворювача були покладені результати диференціального вимірювання температури частин електродвигуна [11] за допомогою перетворювача «температура-частота» (Т-Ч).

На рисунку 1 представлений спостережуваний інформаційний сигнал від одного перетворювача «Т-Ч», обробка якого виконана комп'ютерним приймальним пристроєм зі звуковою картою і програмою експериментального аналізатора частоти в смузі огляду від 200 до 3000 Гц, що входить в навчальний пакет Windows-додатків SinSys v. 1.12.55.

Оскільки вихідні характеристики перетворювача «Т-Ч» можна змінювати, то додаткові експерименти були проведені при різних рівнях нормованого сигналу (рис. 2).

Ілюстрації на рисунку 3 підтверджують привабливість даного комплексу вимірювального засобу в умовах перешкод, тому що всі фрагменти інформаційних сигналів фіксувалися в реальних умовах при відстані між передавальною і приймальною частинами, що перевищує 300 метрів (потужність ВЧГ – 250 мВт з круговою діаграмою спрямованості випромінювання). Працездатність комплексу приладу при експериментах зберігалася, коли рівень прийнятого сигналу становив менш, що в 5,5 разів слабкіше рівня реальних перешкод (рис. 4) в місці прийому повідомлень [1].

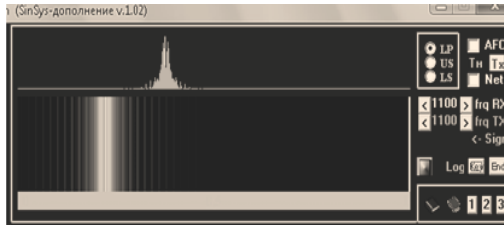


Рисунок 1 – Аналіз частоти інформаційного сигналу від перетворювача «температура-частота»

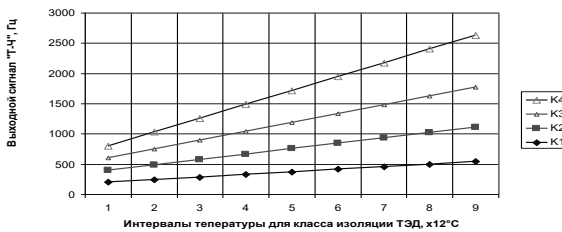


Рисунок 2 – Вихідний сигнал перетворювача «Т-Ч» при різних настройках: К– коефіцієнт передачі перетворювача

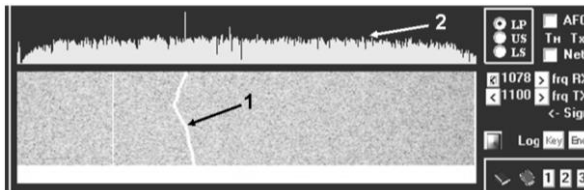


Рисунок 3 – Спектрограма контролю температури в умовах перешкод: 1 – інформаційний сигнал; 2 – рівень перешкод в смузі частот аналізатора

Виявлені переваги розглянутого дистанційного засобу вимірювання температури електродвигуна дозволяє зробити висновок, що за допомогою декількох датчиків «Т-Ч» нескладно визначати швидкості нагріву і охолодження різних частин обладнання (статора, підшипника, елементів трансмісії та ін.), градієнти, інтегральні та інші величини, що характеризують теплові процеси з великою вірогідністю в реальному часі.

Застосування моделювання нейронного експерта при навчанні з помилкою (SSE – Sum Squared Error, MSE – Mean Square Error), що дорівнює 0,01, дозволило отримати задовільну апроксимацію всієї сукупності цільових експериментальних положок ТЕД при реалізації

менше 100 епох, з досягненням заданого рівня SSE / MSE після 46 ітерацій і менш.

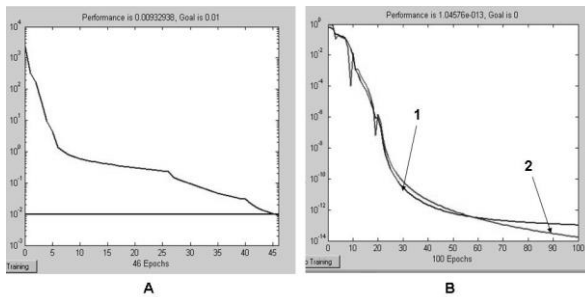


Рисунок 4 – Результати навчання нейроксперта несправності ТЕД:

А – навчання нейромережі; Б – моделювання несправності (1 – цільові дані, 2 – апроксимуюча функція).

Важливою особливістю запропонованої СДК з нейронною мережею синтезованої на основі експериментальних досліджень відомих поломок в ТЕД, є можливість дистанційного виявлення дефектів в працюючому електрообладнанні на ранній стадії їх розвитку. Такі пристрої попереджають раптову зупинку транспортного засобу в результаті аварії, сприяють збереженню нормованих термінів служби електрообладнання, знижують витрати на ЩТО, ремонт електродвигунів та ін. Можливість істотного розширення діагностованого асортименту неполадок і небезпечних режимів шляхом додаткового навчання ШНЕ може бути досягнуто використанням приймальних пристроїв для додаткового контролю: температури окремих частин комплектуючого обладнання; рівнів іскріння щіток і вібрації; задимленості нагрітих зон; нагрівання елементів комутації і компонентів в пристроях автоматики; варіювання числа обертів валів електроприводу, трансмісії, передавальних механізмів та ін. В таких СДК функціональні властивості можуть вийти за межі вирішуваних інженерних задач, тому що можуть задаватися побажаннями основних користувачів.

Для візуалізації роботи нейромережевого експерта при оцінці технічного стану ТЕД застосовні програмовані індикатори та візуальні 3D-образи, але вимагають додаткових ресурсів цифрової техніки для обробки інформації. Віртуальна 3D-графіка в залежності від прогнозованих неполадок легко сприймається користувачами без спеціальних знань в області технічної діагностики. Очевидно, що подальше вдосконалення теплових нейромережевих СДК для дистанційної ідентифікації несправностей в електромеханічному обладнанні при експлуата-

ції транспорту в реальному часі можуть істотно знизити витрати для виконання ЩТО в депо і вплинути на культуру обслуговування транспортних засобів.

У роботі проаналізовано переваги та недоліки популярних засобів теплової діагностики електричних двигунів і обумовлена актуальність розвитку дистанційних засобів теплової технічної діагностики за допомогою терморезисторів і термопар для тягових електродвигунів (ТЕД) на міському електротранспорті. Запропоновано шляхи моделювання теплових процесів і аналіз математичних описів з апроксимуючими параметрами для різних неполадок. Обумовлений вибір структури перцептрона для ШНЕ. Розглянуто синтез ШНЕ технічного стану ТЕД виконаного за допомогою типових нейронних елементів. Представлені результати експериментів з компонентами ШНЕ, що реалізують алгоритм роботи частотного компаратора інформаційних модульованих повідомлень від датчиків-перетворювачів типу «температура-частота». Розглядаються перспективи дослідження ШНЕ для діагностичних систем з розширеними функціональними властивостями, обумовленими вимогами користувачів і замовників.

## **РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІЗНИЦІ ДІАМЕТРІВ СУМІЖНИХ КОЛІС ВІЗКА РЕЙКОВОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

*Тихоненко Б.Г.*

*Науковий керівник – Смирний М.Ф., докт. техн. наук, професор*

Сьогодні розроблено багато способів та пристроїв для визначення наявності різниці діаметрів кругів котіння суміжних коліс дефектного візка залізничного вагона .

Однак не всі відомі способи та пристрої мають високу чутливість та точність вимірювання.

Тому на підставі аналізу існуючих пристроїв є потреба вдосконалення інформаційного пристрою для визначення різниці діаметрів суміжних коліс візка рейкового транспортної одиниці, зокрема, для зменшення величини похибки вимірювань. Інтуїтивні методи і, індивідуальні професійні способи оцінки технічного стану вузла або агрегату малоефективні, часто не об'єктивні. Найбільш точну оцінку дає технічне діагностування за допомогою спеціальних пристроїв, стендів.

Метою роботи є розробка вдосконаленого пристрою з підвищеною точністю визначення різниці діаметрів коліс.

Суть запропонованого технічного рішення пояснюється кресленням (рисунок 1), де зображена структурна схема нового пристрою