

## РОЗВИТОК СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ

*Пуха І.В.<sup>1</sup>, Любарський Б.Г.<sup>2</sup>*

*1 аспірант кафедри електричного транспорту та тепловозобудування, НТУ «ХПІ», Харків, Україна*

*2 завідувач кафедри електричного транспорту та тепловозобудування, доктор техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна  
borys.liubarskyi@khpі.edu.ua*

Розвиток систем охолодження тягових двигунів є важливим завданням, оскільки сучасні електродвигуни схильні до значних теплових навантажень, особливо в умовах високої потужності та інтенсивного режиму роботи. Оптимальна система охолодження не тільки продовжує термін служби двигуна, а й підвищує його ефективність. Основні напрямки розвитку систем охолодження для тягових двигунів включають:

### **Повітряне охолодження**

1. Збільшення ефективності вентиляції: Сучасні технології дозволяють розробляти продуктивніші вентилятори, які можуть забезпечити стабільний потік повітря через обмотки двигуна.

2. Застосування каналів спрямованого потоку. Такі конструкції дозволяють направляти повітряний потік безпосередньо до елементів двигуна, що найбільш нагріваються.

3. Використання фільтрів та захисних кожухів. Захист від забруднень дозволяє збільшити ефективність повітряного охолодження, особливо у складних умовах експлуатації.

### **Рідинне охолодження**

1. Застосування рідинного охолодження: У системах рідинного охолодження використовуються спеціальні теплообмінники, через які проходить охолоджувальна рідина, що поглинає тепло.

2. Використання нанорідин: Додавання наночастинок в охолоджуючі рідини дозволяє покращити їх теплопровідність, що прискорює тепловідведення.

3. Розробка нових конструкцій теплообмінників: Покращені конструкції дозволяють більш рівномірно охолоджувати тяговий двигун та уникати перегріву в окремих зонах.

### **Теплові трубки**

1. Застосування теплових трубок та теплопровідних пластин: Теплові трубки дозволяють ефективно передавати тепло від обмоток двигуна до радіатора, забезпечуючи рівномірний розподіл тепла по всій поверхні.

2. Пасивне охолодження: Завдяки використанню теплових трубок можна організувати пасивне охолодження без застосування складних вентиляторів та насосів, що зменшує енерговитрати.

### **Системи рідинного та повітряного комбінованого охолодження**

1. Гібридні системи: Використання відразу двох типів охолодження дозволяє значно збільшити загальний тепловідведення і ефективно охолоджувати компоненти, що найбільш нагріваються.

2. Автоматичне керування системою охолодження: Використання датчиків температури та інтелектуальних систем керування дозволяє змінювати режим роботи системи охолодження залежно від навантаження на двигун.

#### **Нові матеріали та покриття**

1. Високотеплопровідні матеріали: Використання матеріалів з підвищеною теплопровідністю дозволяє ефективніше відводити тепло від обмоток та інших частин двигуна.

2. Теплопровідні покриття: Спеціальні покриття на деталях двигуна сприяють покращеному відводу тепла.

#### **Електронні системи управління охолодженням**

1. Використання датчиків та сенсорів: Датчики температури та вологості дозволяють відстежувати теплові умови роботи двигуна та автоматично регулювати інтенсивність охолодження.

2. Інтеграція із системами діагностики: Застосування таких систем дозволяє виявляти потенційні перегріву та своєчасно вживати заходів для запобігання поломкам.

Розвиток систем охолодження тягових двигунів потребує комплексного підходу, що включає поєднання конструктивних змін, використання нових матеріалів та впровадження розумних систем керування.