

УДК 621.336

Д. В. УСТИМЕНКО – Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ORCID: orcid.org/0000-0003-2984-4381

УСТАНОВКА ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ КОВЗНОГО КОНТАКТУ «КОНТАКТНИЙ ПРОВІД – НАКЛАДКА»

Вступ

Будь-який захід, спрямований на зменшення зносу елементів, що утворюють ковзний контакт «контактний провід – накладка» та покращення якості його роботи, повинен спиратись на знання величин, характеру та особливостей його зношування, а також на правильне розуміння причин, що впливають на якість його роботи.

Одним із поширених підходів при вирішенні такого роду задач є використання результатів стендових випробувань.

Опис проблеми

Комплексні виміри експлуатаційних параметрів ковзного контакту «контактний провід – накладка» можливо виконати на спеціалізованому дослідному стенді. Моделювання зносу контактної системи здійснюється за допомогою диска, що обертається. При цьому диск виконується з матеріалу контактної системи і на ньому закріплюється кільце контактної системи. В ході експерименту до диска притискається контактна накладка. Такий підхід дозволяє значно зменшити габарити установки і спростити її дію, не порушуючи ідентичності самого процесу струмознімання в порівнянні з умовами експлуатації існуючої контактної мережі.

Прикладами таких установок є [1]:

1. Стенд фірми TELDIX (м. Гейдельберг) для визначення зносу контактних накладок виконаних з різних матеріалів;

2. Випробувальний стенд, що дозволяє моделювати знос на лініях Сінкансен (Японія), контактний провід закріплюється на

диску діаметром 2 метри. Досліджувалась взаємодія контактної системи з струмоприймачем на швидкостях до 200 км/год, струмах до 200 А і контактному натисканні до 80 Н;

3. Випробувальний стенд Британських залізниць (BR) для визначення терміну експлуатації металокерамічних контактних накладок та контактної системи на швидкостях до 250 км/год, тяговому струмі до 300 А і контактному натисканні до 250 Н;

4. Випробувальний стенд фірми Dimler Benz та AEG Bahnfahrwegsysteme для систематичного вивчення зносу і його кількісної оцінки в залежності від контактної системи, швидкості руху і струму (рис. 1).

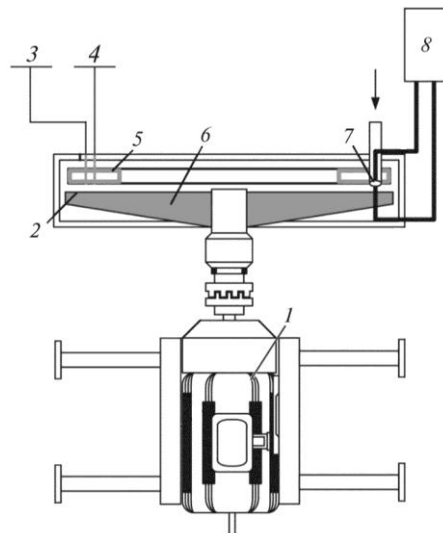


Рис. 1. Схема стенду для дослідження зносу контактної системи:

- 1) електродвигун постійного струму;
- 2) контактний дріт;
- 3) пристрій для вимірювання температури;
- 4) пристрій для виміру зносу;
- 5) система охолодження;
- 6) диск;
- 7) контактна накладка;
- 8) джерело струму.

Наведені приклади випробувальних стендів дозволяють досліджувати роботу ковзного контакту в динаміці. При вивченні деяких окремих фізичних явищ ефективніше досліджувати роботу електричного контакту в статичному положенні [2].

В умовах ГНДЛ «Уніфікація та надійність електрообладнання рухомого складу» ДНУЗТ імені академіка В. Лазаряна для дослідження зносу ковзного контакту «контактний провід – накладка» використовується власний випробувальний стенд, його блок-схема наведена на рис. 2. Стенд забезпечує:

- Номінальний постійний струм на виході джерела струму 1000 А;
- Частоту обертання диска 98...700 об/хв, з високою точністю її підтримання на заданому рівні, за рахунок використання перетворювача частоти (ПЧ) в схемі живлення асинхронного приводного двигуна (АД);
- Максимальну величину притискання контактної пластини до контактного проводу 200 Н;
- Контроль за температурою зони електричного контакту в діапазоні –20...+280 °С.

Стендові випробування проводяться на кільцеві еліпсоподібної форми (рис. 3), що виготовлюється з контактної проводу МФ-100 ГОСТ 2584 [3].

З накладки, що досліджується виготовлюється два зразки довжиною 80 ± 2 мм та шириною 30 ± 1 мм., що відповідає вимогам ГОСТ 32680 [4].

Еліпсоподібна форма кільця забезпечує рівномірний знос робочої поверхні зразка контактної накладки по довжині не менше 40 мм.

При проведенні стендових випробувань використовуються наступні засоби вимірів табл. 1.

Одним з критичних параметрів при проведенні випробувань є температура контактної проводу. З цієї причини у складі стенду задіяно тепловізор виробництва Testo модель 875 з програмним забезпеченням

IrSoft. До технічних переваг якого можна віднести високу термочутливість та поєднання фактичного і інфрачервоного зображення. В умовах стендових випробувань використовується пасивний метод теплового контролю [5]. Основною перевагою методу є контроль об'єкту без виводу його з експлуатації і відсутністю додаткових маніпуляцій пов'язаних з нагрівом об'єкту.

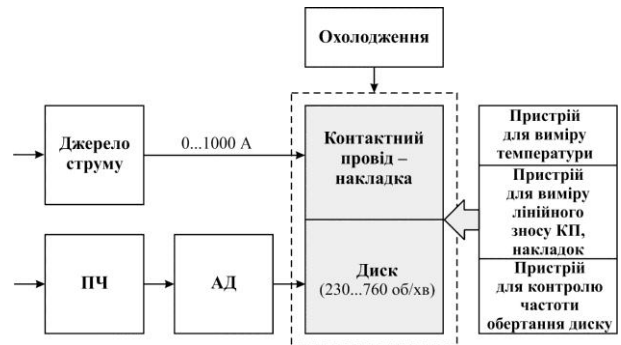


Рис. 2. Блок-схема стенду для дослідження зносу контактної проводу в умовах ГНДЛ «Уніфікація та надійність електрообладнання рухомого складу» ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна

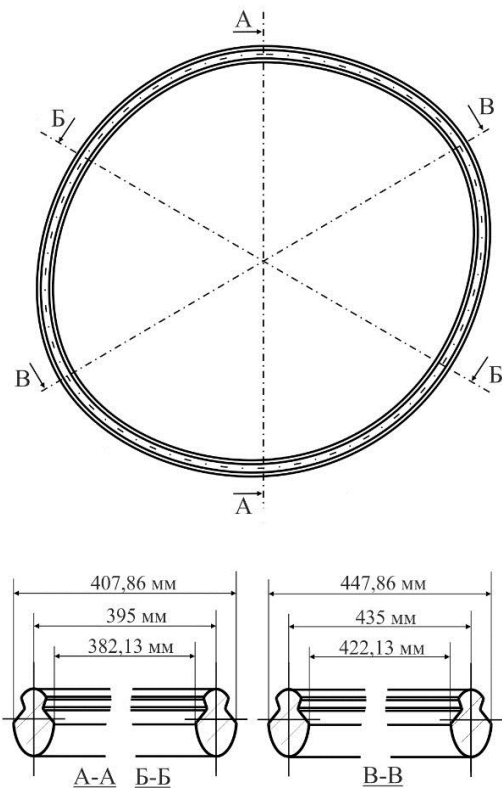


Рис. 3. Ескіз кільця

Тепловізор виробництва Testo модель 875 відноситься до вимірювальних, тобто здатен видавати інфрачервоне зображення об'єкта, що спостерігається, а також присвоювати цифровому сигналу кожного пікселя, відповідну йому температуру. В результаті формується повна теплова карта поверхні, що контролюється рис. 4.

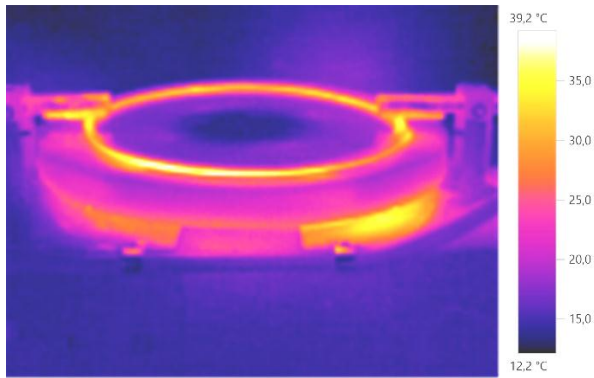


Рис. 4. Теплограма контактного проводу та накладок при дослідженні в умовах стендових випробувань

Під час експерименту за допомогою тепловізора з заданою періодичністю фіксуються теплограми об'єкту, проаналізувавши які будують криві нагрівання елементів ковзного контакту рис. 5.

Переваги теплового контролю при формуванні кривих нагрівання є:

- процес відбувається дистанційно;
- висока швидкість обробки інформації;
- багатопараметричний характер випробувань;
- висока продуктивність випробувань.

Висновки

Моделювання зносу ковзного контакту «контактний провід – накладка» з урахуванням всіх параметрів, що контролюються на стенді, дозволяє встановити основні критерії оптимізації системи «контактний провід – накладка». Отримані результати можливо використовувати для вирішення задач: покращення якості роботи ковзного контакту, збільшення ресурсу контактного

проводу та накладки, при проектуванні контактної мережі з покращеними характеристиками.

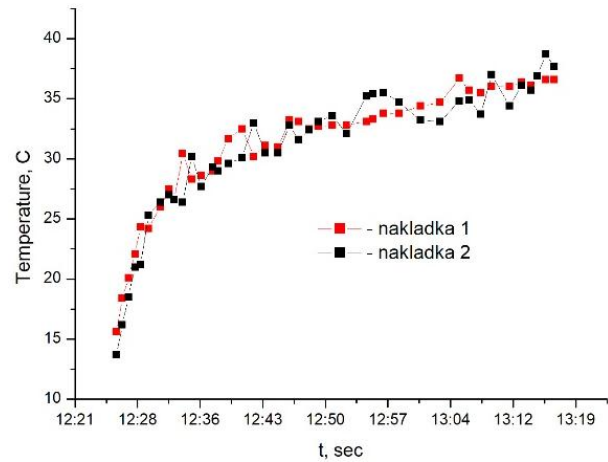


Рис. 5. Крива нагрівання ковзного контакту «контактний провід – накладка»

Таблиця 1

Засоби вимірів

Параметр	Засоби виміру	Характеристика засобів виміру
Геометричні розміри	Мікрометр МКЦ(4)-25-0,001	0...25 мм, ±0,002мм кл. т. 1
	Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,01	0...150 мм, ±0,05мм
Сила струму	Ампервольтметр М231 з шунтом 75 ШС 1000 ТУ25-04.3739	0...1000 А, ±0,5 %
Частота обертів	Цифровий лазерний тахометр DT-2234С+	2,5...99999 об/хв, ±0,05 %
Час	Секундомір	±0,001 с
Сила натиснення	Динамометр ДПУ-0,1-2	10-100 Н, ±2 %
Температура нагріву	Тепловізор Testo 875	-20...+280 °С, ±2°С

Бібліографічний список

1. Сидоров, О. А. Исследование и прогнозирование износа контактных пар систем токосъёма с жестким токопроводом: Монография [Текст] / О. А. Сидоров, С. А. Ступаков. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». 2012. – 174 с.
2. Паранин, А. В. Экспериментальное исследование работы электрического контакта «контактный провод – токосъемная пластина» в статическом положении / А. В. Паранин, Н. А. Акиншин, А. Б. Батрашов / Транспорт Урала. – Екатеринбург, 2013. Вип. 4(39) – С. 93-96.
3. ГОСТ 2584 Провода контактные из меди и ее сплавов. Технические условия.
4. ГОСТ 32680 Токосъемные элементы контактные токоприемников электроподвижного состава. Общие технические условия.
5. Чичинадзе, А. В. Методика проведения испытаний материалов на трение и износ с прохождением электрического тока через скользящий контакт / А. В. Чичинадзе, А. М. Маханько // Расчет и моделирование

режима работы тормозных и фрикционных устройств. — М.: Наука, 1974. — С. 79—85.

Ключові слова: електричний ковзний контакт, стенд, випробування, контактна пара, струмознімання, контактний провід, інтенсивність зносу, контактна вставка пантографа.

Ключевые слова: электрический скользящий контакт, стенд, испытания, контактная пара, токосъём, контактный провод, интенсивность изнашивания, контактная вставка пантографа.

Keywords: electric sliding contact, stand, test, contact pair, current collector, contact wire, wear intensity, pantograph contact insert.

Рецензенти:

д.т.н., проф. А. М. Муха,
д.т.н., проф. Ф. П. Шкрабець.

Надійшла до редколегії 13.10.2017.
Прийнята до друку 27.10.2017.