

ТРАНСПОРТ

УДК 621.438

Барановський Д.М., к.т.н.¹, Мямлін С.В., д.т.н.²

1 — Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського,
м. Кременчук;

2 — Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ

ДОВГОВІЧНІСТЬ ТА ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ ДИЗЕЛІВ СПЕЦІАЛЬНОГО САМОХІДНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ ПРИ МОДИФІКУВАННІ ТРИБОСИСТЕМ

Проведено дослідження довговічності та техніко-експлуатаційних параметрів дизелів спеціального самохідного рухомого складу залізниць при лазерному модифікуванні трибосистем вуглекислим газом та природним графітом з ніобієм. Результати експлуатаційних досліджень дизелів показали доцільність використання такого технологічного методу підвищення довговічності.

Вступ

Проблема підвищення довговічності дизелів спеціального самохідного рухомого складу (ССРС) залізниць є актуальною, оскільки єдине рішення цієї проблеми ще не обґрунтовано.

Одним із основних показників довговічності є зносостійкість. Для залізничного рухомого складу це особливо важливо з урахуванням динамічної навантаженості під час експлуатації [1].

У сучасному машинобудуванні та триботехніці існує ряд проблем [2], які вирішуються за допомогою методів підвищення зносостійкості поверхонь тертя. До них можна віднести конструкторські, технологічні й систему технічного обслуговування під час експлуатації.

На довговічність дизелів основний вплив здійснює зносостійкість їх відповідальних трибосистем (ТС), якими виступають ТС циліндро-поршневої групи (ЦПГ) та кривошипно-шатунного механізму (КШМ) [3].

Серед відомих і ефективних способів підвищення зносостійкості поверхонь тертя багато з них не застосовуються для зміцнення сполучень ТС ЦПГ і КШМ з причини високої вартості та масштабного фактора. При виборі методу зміцнення робочих поверхонь деталей ЦПГ і КШМ дизелів ССРС залізниць потрібно виходити з виробничого масштабу та враховувати техніко-економічну доцільність цього зміцнення. Тому існуючі методи підвищення зносостійкості поверхонь тертя не можуть бути застосовані до дизелів у повному обсязі.

Для підвищення довговічності дизелів може бути застосовано одночасно кілька різних методів зміцнення, оскільки використання декількох технологічних методів у комплексі з конструкторськими рішеннями, правильним підходом до процесу експлуатації дизелів дає найбільший ефект. Як відомо [2], використання відомих технологічних методів підвищення зносостійкості поверхонь тертя відповідальних ТС дизелів ССРС залізниць дозволяють зменшити їх знос в 1,2-10,0 разів, але при їх застосуванні можливі й недоліки.

У роботах [3, 4] запропоновано технологічний метод підвищення довговічності деталей, який включає лазерне зміцнення.

Аналіз попередніх досліджень

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження [3, 4] впливу лазерного зміцнення робочої поверхні гільз циліндрів на величину інтенсивності зносу вказують на проті-

кання процесів, які зменшують цю величину за рахунок проходження процесів самоорганізації у їх сполученні. При цьому, зносостійкість гільз циліндрів підвищується в 3,5-10,0 разів. Але 100 %-ї реалізації протікання процесів самоорганізації у ТС не відбувається.

Зміцнення деталей шляхом модифікування поверхні має ряд переваг у порівнянні з нанесенням зміцнюючих покриттів. В останнє десятиріччя почали використовувати лазерне модифікування поверхонь тертя. Але широкого застосування воно, поки що, не знайшло, по-перше — через високу вартість; по-друге — однозначних висновків дослідників ще не зроблено.

Під час лазерного модифікування впливу підлягає шар основного матеріалу деталі, товщиною і властивостями якого можна керувати за рахунок технологічних параметрів процесу обробки. Цей процес можна реалізувати без спеціальних операцій підготовки поверхні. Крім того, можна відмовитися від використання легуючих елементів, що дорого коштують. Найважливішою перевагою лазерного модифікування є те, що модифікована поверхня є єдиним цілим з основою.

У роботі [5] запропоновано лазерне модифікування поверхонь з уведенням вуглекислого газу чи природного графіту у зону опромінення. Проведені експериментальні дослідження триботехнічних властивостей модифікованих поверхонь відповідальних ТС дизелів лазерним випромінюванням з використанням вуглекислого газу та природного графіту свідчать про наступне. Шорсткість поверхонь модифікованих зразків у 2-8 разів нижче у порівнянні зі зразками у стані поставки. Момент та коефіцієнт тертя модифікованих зразків в 1,8-2,5 рази нижче у порівнянні зі зразками у стані поставки. Величина зносу модифікованих зразків гільз циліндрів у 2,4-6 разів, роликів — у 2,2-3,6 разів нижче у порівнянні зі зразками у стані поставки.

Під час досліджень експериментально доведено, що чим більша площа робочої поверхні зразків, тим більша інтенсивність зношування ТС. Крім цього виявлено, що зі зменшенням концентрації впровадженого вуглецю у чавунні та сталеві зразки — інтенсивність зношування ТС збільшується. Інтенсивність зношування ТС збільшується при проходженні врівноважених процесів у вторинних структурах (несформованих) і зменшується під час проходження неврівноважених процесів (сформованих).

Зниження інтенсивності зносу при протіканні неврівноважених процесів на поверхнях тертя ТС полягає в тому, що вони вимагають більших витрат енергії і відповідно до цього, знижується частка енергії тертя, яка йде на руйнування поверхні.

Метою роботи є дослідження довговічності та техніко-експлуатаційних параметрів дизелів ССРС залізниць при застосуванні лазерного модифікування їх відповідальних ТС.

Результати досліджень

Після якісних позитивних результатів лабораторних досліджень зразків для підтвердження адекватності отриманих результатів було застосовано лазерне модифікування робочих поверхонь гільз циліндрів та шийок колінчастих валів дизелів ЯМЗ-236 та ЯМЗ-238 на оптимальних режимах та проведено їх експлуатаційні дослідження на автототрисах та дрезнах, що належать Одеській залізниці, на протязі 2007-2010 рр.

Режими лазерного модифікування були обрані у відповідності до епюри зносу [5] та у відповідності до моделювання: діаметр обробки — 2 мм; потужність випромінювання — 0,1-1 кВт; кутова швидкість переміщення гільзи та вала — 0,05-0,2 с⁻¹; тиск подавання вуглекислого газу — 0,1 МПа. Природний графіт з ніобієм у зону лазерного випромінювання подавали дозовано, при цьому графіт перемішували з повітрям, а тиск подачі складав 0,005 МПа.

Результати зносу гільз циліндрів та компресійних кілець дизелів в залежності від напруження ССРС наведено на рис. 1, 2.

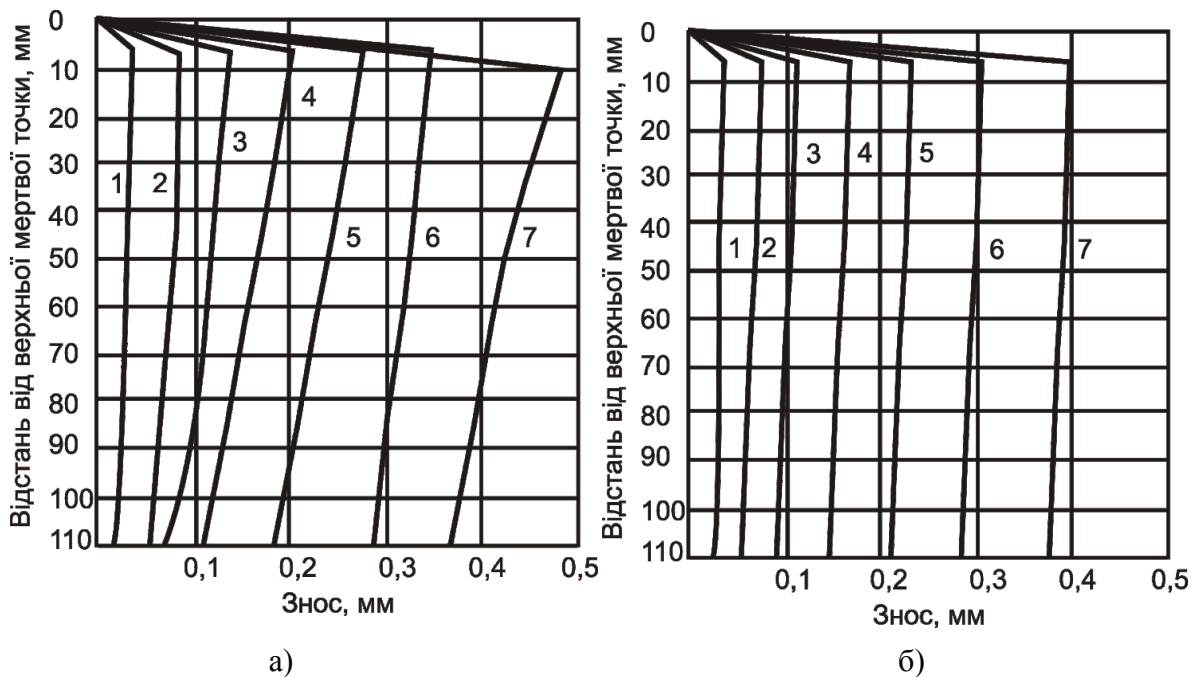


Рис. 1. Середній знос модифікованих гільз циліндрів дизелів ЯМЗ-238 при лазерному випромінюванні з уведенням у зону вуглекислого газу (а) та природного графіту з ніобієм (б) під час напрацювання, мото-год: 1 — 1600; 2 — 3200; 3 — 4800; 4 — 6400; 5 — 8000; 6 — 9600; 7 — 11200

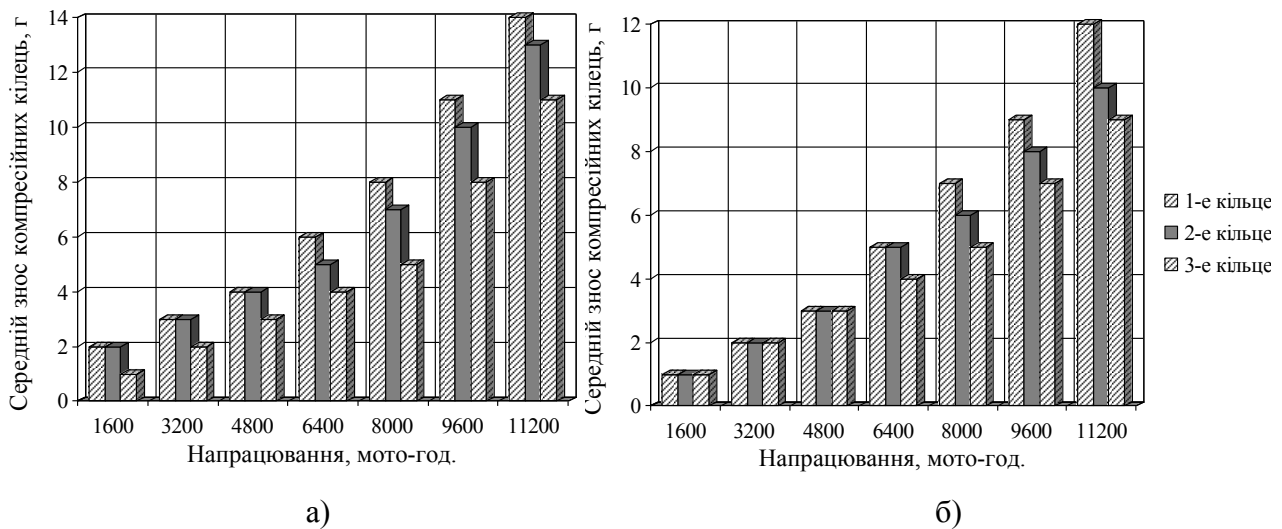


Рис. 2. Середній знос компресійних кілець під час експлуатації в сполученні з модифікованими гільзами циліндрів з уведенням у зону лазерного випромінювання вуглекислого газу (а) та природного графіту з ніобієм (б) дизелів ЯМЗ-238Б при напрацюванні, мото-год: 1 — 1600; 2 — 3200; 3 — 4800; 4 — 6400; 5 — 8000; 6 — 9600; 7 — 11200

Результати зносу корінних та шатунних шийок колінчастих валів дизелів у залежності від напрацювання ССРС залізниць наведено на рис. 3.

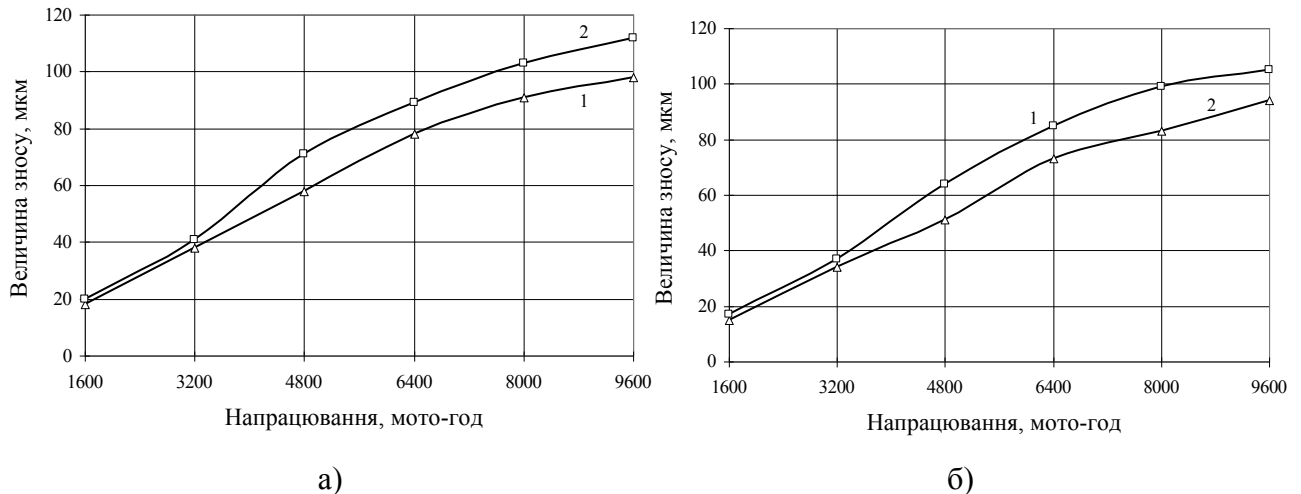


Рис. 3. Середній знос корінних (а) та шатунних (б) шийок колінчастих валів дизелів ЯМЗ-238Б модифікованих лазерним випромінюванням з уведенням у зону: 1 — вуглекислого газу; 2 — природного графіту з модифікатором

Результати зносу корінних та шатунних вкладишів дизелів в залежності від напрацювання ССРС залізниць наведено на рис. 4.

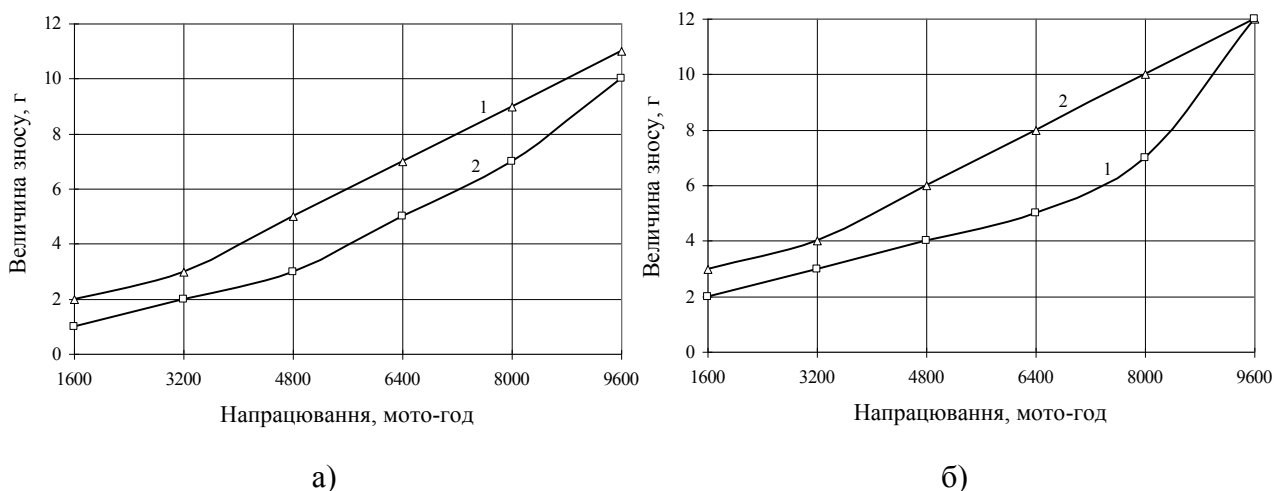


Рис. 4. Середній знос корінних (а) та шатунних (б) вкладишів під час експлуатації в сполученні з модифікованими шийками колінчастих валів дизелів ЯМЗ-238Б з уведенням у зону лазерного випромінювання: 1 — вуглекислого газу; 2 — природного графіту з модифікатором

Техніко-експлуатаційні параметри дизелів сімейства ЯМЗ наведено в паспортах. Але виникає необхідність у встановленні динаміки зміни цих параметрів при різних значеннях напрацювання ССРС залізниць під час експлуатації. Крім того, необхідно встановити цю динаміку для дизелів з модифікованими ТС.

За результатами експлуатаційних досліджень технічних параметрів дизелів ЯМЗ, що встановлені на ССРС залізниць у залежності від напрацювання (через кожні 1600 мото-год) були визначені середньостатистичні показники (табл. 1), які вказують на те, що вони розподіляються за законом Вейбула-Гнеденка.

Таблиця 1

Середньостатистичні характеристики технічних параметрів дизелів ЯМЗ-236

Характеристики	При модифікованих	Номінальна потужність, кВт	Годинна витрата палива, кг/год	Питома витрата палива, г/кВт·год
Середні значення Середньоквадратичне відхилення	гільзах циліндрів вуглекислим газом	<u>145,0</u> 2,12	<u>25,5</u> 0,25	<u>176,5</u> 1,25
	гільзах циліндрів природним графітом	<u>143,5</u> 2,64	<u>25,5</u> 0,30	<u>174,5</u> 1,28
	шийках колінчастих валів вуглекислим газом	<u>138,75</u> 1,73	<u>26,0</u> 0,35	<u>187,0</u> 1,11
	шийках колінчастих валів природним графітом	<u>137,0</u> 2,12	<u>26,0</u> 0,35	<u>189,0</u> 1,15
	гільзах та шийках вуглекислим газом	<u>147,25</u> 3,18	<u>24,5</u> 0,45	<u>166,5</u> 1,78
	гільзах та шийках природним графітом	<u>146,25</u> 3,12	<u>24,5</u> 0,55	<u>163,5</u> 1,72
	базовий варіант	<u>126,25</u> 5,12	<u>27,0</u> 0,90	<u>208,5</u> 2,56

Висновки

Результати експлуатаційних досліджень дизелів ССРС залізниць з модифікованими ТС вуглекислим газом чи природним графітом з ніобієм показали доцільність використання такого технологічного методу підвищення довговічності, оскільки ресурс дизелів підвищується майже на 40%, а якісні техніко-експлуатаційні параметри поліпшуються на 8-16%.

Список літератури

1. Мямлин С.В. Моделирование динамики рельсовых экипажей / С.В. Мямлин. — Д.: Новая идеология, 2002. — 240 с.
2. Евдокимов Ю.А. Проблема триботехники на железнодорожном транспорте. Методы решения / Ю.А. Евдокимов, Э.Д. Браун, В.И. Корнев // Вестник РГУПС. — 2000. — № 3. — С. 19-21.
3. Асташкевич Б.М. Повышение износостойкости втулок цилиндров дизелей лазерным упрочнением / Б.М. Асташкевич, Г.А. Лукаев, Ю.А. Назаров // Двигателестроение. — 1990. — № 9. — С. 42-43.
4. Дубняков В.Н. Повышение износостойкости трущихся поверхностей деталей лазерным упрочнением / В.Н. Дубняков, С.П. Козырев, Н.Л. Пинков // Трение и знос. — 1984. — Т.5. — №4. — С. 713-717.
5. Барановський Д.М. Експериментальні дослідження триботехнічних властивостей трибосистем дизелів у процесі їх модифікування / Д.М. Барановський // Вісник ДААТ. — 2010. — № 2. — С 48-52.

Рецензенти: к.т.н., доц., А.В. Хімченко, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»;
д.т.н., проф., В.В. Драгобецький, Кременчуцький
національний університет ім. М. Остроградського

Стаття надійшла до редакції 27.10.10
© Барановський Д.М., Мямлін С.В., 2010