

Literatura

1. Численные методы в механике / В.А. Баженов, А.Ф. Дашенко, Л.В. Коломиец и др. — Одесса, СТАНДАРТЪ, 2005. — 563 с.
2. Дашенко, А.Ф. ANSYS в задачах инженерной механики / А.Ф. Дашенко, Д.В. Лазарева, Н.Г. Сурьянинов; под ред. Н.Г. Сурьянинова. — Одесса: Астропринт, 2007. — 484 с.

References

1. Bazhenov V.A. Chislennyye metody v mekhanike, [Numerical methods in mechanics] / V.A. Bazhenov, A.F. Dashchenko, L.V. Kolomiets and others — Odessa, 2005. — 563 pp.
2. Dashchenko A.F. ANSYS v zadachakh inzhenernoy mekhaniki [ANSYS in the tasks of engineering mechanics] / A.F. Dashchenko, D.V. Lazareva, N.G. Sur'yaninov. Edited by N.G. Sur'yaninov.— Odessa, 2007.— 484 pp.

Reviewer Dr. tech. sciences, Prof. of Odesa nat. polytechnic univ. Dashchenko A.F.

Received on November 29, 2012

УДК 629.4.018

Н.О. Перетяка, спеціаліст, Одес. держ. акад. техн. регулювання та якості

ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАННЯХ МЕХАНІЧНИХ ВУЗЛІВ

Н.О. Перетяка. Проблеми енергозбереження при стендових випробуваннях механічних вузлів. Дається огляд існуючого обладнання та стендів для випробування механічних вузлів транспортних засобів по заданій програмі випробувань. Зроблено порівняльний аналіз існуючого обладнання.

Ключові слова: випробувальний стенд, випробування, енергозбереження, приводи механічні, редуктор.

Н.А. Перетяка. Проблемы энергосбережения при стендовых испытаниях механических узлов. Представлен обзор существующего оборудования и стендов для испытания механических узлов транспортных средств по заданной программе испытаний. Сделан сравнительный анализ существующего оборудования.

Ключевые слова: испытательный стенд, испытания, энергосбережение, приводы механические, редуктор.

N.A. Peretyaka. Energy conservation problems in bench testing of mechanical assemblies. The paper presents an overview of the existing equipment and test benches for the mechanical units of vehicles on a given test program. The comparative analysis of the existing equipment is carried out.

Keywords: test bench, testing, energy conservation, mechanical drives, gearbox.

Різноманіття вимог, що пред'являються до конструкції і технічних характеристик транспортних засобів, складність і різноманіття умов і режимів їх експлуатації не дозволяють гарантувати роботоспроможність механічних вузлів тільки на основі теоретичних розрахунків конструкторів. Випробування окремих механічних вузлів на міцність і роботоспроможність після їх

ремонту регламентуються діючими вимогами нормативних документів з безпеки руху. Вони є невід'ємною частиною у загальній схемі переліку технологічних операцій при технічному обслуговуванні транспортних засобів у період експлуатації [1].

Проведення випробувань дозволяють визначити роботоспроможність, міцність, стан технічного зносу окремих деталей досліджуваного об'єкта, якість виконання ремонтних робіт, а також визначити загальну придатність його до подальшої експлуатації. Автоматизація процесу випробувань є одним з найважливіших чинників, що дозволяють підвищити якість проведення самих випробувань, достовірність отриманих результатів і їх незалежність від людського чинника [2]. Головною частиною організації випробувань є методика проведення випробувань, яка дозволяє отримувати результати з високою достовірністю і мінімальними енерговитратами.

На окремі механічні вузли транспортних засобів, які мають великі розміри, наприклад, різні види двигунів, редукторів, коробок передач тощо, для випробування потрібно затратити немало часу і енергії (електричної, теплової). Інколи енерговитрати досягають дуже значних величин. Наприклад, для обкатки головного редуктора гвинтокрила після його ремонту потрібно затратити не менш 3000 мото/год. На безперервну роботу випробувального стенду з мінімальною потужністю 20 кВт протягом такого часу необхідно витратити приблизно 60 тис. кВт/год, а це чималі кошти.

Сьогодні питання енергозбереження стає першочерговим у всіх галузях народного господарства, в тому числі і на транспорті. Розробка нових енергозберігаючих методик проведення випробувань на стендах, які потребують великих енергозатрат, стає дуже актуальною не тільки з позиції економії енергоресурсів, але з урахуванням загального зменшення часу на проведення ремонтних робіт і простою транспортних засобів, кількість яких дуже обмежена. У транспортній галузі перевезень вантажів і пасажирів катастрофічно не вистачає справних одиниць транспорту, оскільки 65 % із них мають вік більше 25 років експлуатації. Тому в деяких випадках скоротити час на проведення випробувань — це не просто зекономити енергоресурси, а і підвищити грошові надходження і конкурентоспроможність серед учасників ринку транспортних перевезень.

Тривалі випробування служать для вивчення поведінки об'єкта при постійному навантаженні залежно від температури і часу. Для встановлення функції залежності, що описує зв'язок між вхідними діями і контрольованими вихідними характеристиками, використовують планування проведення випробувань для з'ясування механізмів явищ. Це дозволяє вивчити механізм протікання процесу у випробовуваному виробі при дії на нього різних збурюючих чинників і визначити склад випробувальних дій, що повно визначають реальні умови експлуатації.

Для планування спостережень і аналізу результатів випробувань, незалежно від їх виду, необхідно знати: номенклатуру об'єктів спостережень і випробувального вимірника устаткування, перелік показників якості, що підлягають оцінці за наслідками спостережень, умов експлуатації, і режим роботи з урахуванням змін умов експлуатації і режиму роботи в перебігу досліджень, відомості про напрацювання, місце і час настання відмови, час і спосіб відновлення, найменування запасних частин, час простою, величину збитку від накопленої відмови [2].

Будь-який капітально відремонтований технічний об'єкт якісним складом складових елементів значно відрізняється від об'єкта, який надійшов на ремонтне підприємство. Це пояснюється тим, що його складники є технологічно неоднорідними, оскільки є сукупністю нових, відновлених і частково зношених, але придатних до експлуатації деталей. У зв'язку з цим найважливішим кінцевим етапом є процес обкатки. У відремонтованих об'єктах фізична суть процесу обкатки залишається незмінною, але тривалість її обкатки помітно збільшується, оскільки спотворення контакту в сполученнях набагато більше, ніж у нових об'єктах [2].

При стендовій обкатці відбувається основне мікрогеометричне припрацювання сполучень, які характеризуються найбільш важкими умовами абразивного зношування. Час, необхідний для завершення стендової обкатки, для різних сполучень коливається в межах від двох годин і більше.

Енерговитрати випробувальних стендів для обкатування механічних вузлів після ремонту в транспортній галузі

Назва стенда	Фірма виробник (країна)	Тип випробуваного вузла	Потужність стенда, кВт	Час випробувань, год	Частота обертання колісної пари, об/хв
Станція обкатки редукторів від середньої частини осі під навантаженням	Дизель-тест-комплект (Росія, м. Єкатеринбург)	Редуктори типу ЕЮК-160-1М і ВБА-32/2	40	Згідно з вимогами до ремонту редукторно-карданних приводів вагонних генераторів пасажирських вагонів ЦМВ Л2.0003/12-4694РВ	900±10
Комп'ютеризований стенд для випробування та обкатки гідромеханічних передач (ГМП) автомобілів БелАЗ "ОТС-6"	ТОВ "Науково-технічний центр Технічна діагностика і прецизійні вимірювання", (Росія, м. Москва)	ГМП кар'єрних самоскидів БелАЗ, ГМП 7821В-1700004 на тепловозах	37	Згідно з вимогами ТУ обкатки ГМП автомобілів БелАЗ, керівництвами з ремонту автомобілів БелАЗ і ТУ виробників інших типів ГМП	60... 3000
Універсальний автоматизований стенд випробування підвагонних редукторів	ТОВ "ОМНВЕСТ" (Росія, м. Омськ)	Підвагонні редуктори з приводом від середньої частини осі типу WBA і EUK	≤76	Згідно з інструкцією з ремонту редукторів типу WBA і EUK	1000
Стенд обкатний універсальний моді КС-04	ТОВ "КОПС" (Росія, м. Санкт-Петербург)	ГМП "БелАЗ"	58	Згідно з інструкціями ТОВ "БелАЗ" на післяремонтне обкатування, контроль та регулювання ГМП	-
Стенд для обкатки редукторів колісних пар	Міжрегіональна Група Компаній "ІНТЕХРОС" (Росія, м. Воронеж)	Редуктори колісних пар путьових машин типу ВІР	45	Згідно з технічними вимогами	1500
Стенд для обкатки переднього редуктора	ВАТ НДІ "Ізотерм" (Росія, м. Брянськ)	Зібраний після ремонту передній розподільний редуктор теплового вагона серії М62	80	2	—
Стенд обкатки редукторів від середньої частини осі з навантаженням	ТОВ "Електрообладнання" (Росія, м. Саратов)	Редуктори типу МАБП і ВБА32/2 після ремонту	35 і 70	Згідно з технічними вимогами	950 і 1440
Стенд випробувань підвагонних генераторів і редукторів	ВАТ "Саратовенерго" (Росія, м. Саратов)	Підвагонні генератори і редуктори	48	Згідно з технічними вимогами	4000
Установка перевірки випробувань фрикційних муфт вагонних генераторів	ВАТ "Саратовенерго" (Росія, м. Саратов)	Фрикційні муфти усіх типів вагонних генераторів	55	Згідно з технічними вимогами	—
Стенд обкатки редукторів від торця шийки осі з навантаженням		Редуктори типу РК, ФАГА-П, ТРКП після ремонту	35 і 70	2	850 і 1440
Стенд обкатки редукторів від середньої частини осі з навантаженням		Редуктори типу МАБП і ВБА32/2	35 і 70	2	950 і 1440
Стенд для післяремонтних випробувань редукторів	ПМП "Компро" (Україна, м. Одеса)	Редуктор типу МАБ-П в зборі на середній частині осі колісної пари	35 і 70	Без навантаження — 1, з навантаженням — 2	0...900

Обкатку об'єкта можна вважати закінчено у момент часу $t_{об}$ за умови

$$\frac{\omega_0 - \omega_{об}}{\omega_0} \leq k_{пр},$$

де $k_{пр}$ — коефіцієнт припрацювання ($k_{пр}=0,03\dots 0,05$);

ω_0 — значення параметра потоку відмов при сталому режимі зношування на початку припрацювання;

$\omega_{об}$ — значення параметра потоку відмов при сталому режимі зношування в кінці припрацювання (інтенсивність відмов) [2].

Всі механічні приводи повинні проходити випробування, перевірку та технічний контроль на відповідність затвердженим технічним умовам, стандартам і нормативам. Відповідно до ДСТУ 2796-94 (ГОСТ 29285-95) випробування механічних вузлів проводять на атестованих стендах різних конструкцій, забезпечуючи завдання і контроль технічних даних [3].

Тривалість випробувань механічних приводів залежить від типу випробуваного об'єкта та визначається згідно з технічними вимогами. Сьогодні на різних підприємствах у транспортній галузі знаходяться випробувальні стенди різних типів і виробників. Зроблено порівняння їх між собою за показниками кількості енерговитрат для проведення тільки одного типу випробувань — обкатки механічних вузлів після ремонту (див. таблицю).

Наведені у таблиці дані підтверджують, що випробувальні стенди — це енерговитратне устаткування, а розробка нової програми і методики проведення випробувань, яка дозволяє отримувати результати з високою достовірністю і мінімальними енерговитратами, це актуальний напрямок досліджень.

Зроблений аналіз показує, що усі типи випробувального обладнання об'єднують два основні показники, які значно впливають на енергоємність випробувань, — значну потужність та тривалий час випробувань. Для зменшення енерговитрат зниження потужності стенда технологічно неможливе. Тому оптимальним є скорочення часу випробувань за рахунок нового підходу до отримання прогностичних оцінок визначального параметра якості складання більшості механічних вузлів — температури нагрівання підшипника.

Об'єктом дослідження було вибрано випробувальний стенд потужністю 70 кВт для редукторів приводів генераторів від середньої частини осі пасажирських вагонів вітчизняного виробництва, яким користуються у пасажирському вагонному депо. Згідно з інструкцією з ремонту редукторно-карданних приводів генераторів пасажирських вагонів тривалість обкатних випробувань редукторів приводів від середньої частини осі колісної пари залізничних пасажирських вагонів з заміною відповідальних деталей і вузлів становить три години [4].

Таким чином, розроблення та впровадження автоматизації технологічного процесу проведення випробувань механічних вузлів транспортних засобів — це один з найефективніших засобів енергозбереження, що дає значний економічний ефект.

Література

1. Вагоны: проектирование, устройство и методы испытаний / Л.Д. Кузьмич, А.В. Кузнецов, Б.А. Ржавинский и др.; под ред. Л.Д. Кузьмича. — М.: Машиностроение, 1978. — 376 с.
2. Серегин, М.Ю. Организация и технология испытаний: в 2 ч. Ч. 2: Автоматизация испытаний: учеб. пособие / М.Ю. Серегин. — Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2006. — 96 с.
3. ДСТУ 2796-94 (ГОСТ 29285-95). Приводы механические. Методы испытаний; надано чинності 1996-07-01. — К: Держспоживстандарт України, 2005. — 181 с. — (Нац. стандарти України).
4. Інструкція з ремонту редукторно-карданних приводів генераторів пасажирських вагонів ЦЛ-0078 / Держ. адміністрація залізн. трансп. України. Укрзалізниця. Голов. пасажир. упр. — К., 2009. — 192 с.

References

1. Vagoni: proektirovanie, ustroistvo i metody ispitaniy [Carriages: Design, Arrangement and Testing Methods] / L.D.Kuz'mich, A.V.Kuznecov, B.A.Rzhavinskiy and others; ed. L.D. Kuz'mich. — M.: Engineer, 1978. — 376 p.

2. Seregin, M.Yu. Organizaciya i teshnologiya ispitaniy: v 2ch. Ch.2: Avtomatizaciya ispitaniy: uchebnoe posobie [Organization and Technology of Tests: in 2 p. P.2: Automation of Tests: Study guide] / M.Yu.Seregin. — Tambov: Publishing house of the Tambov state technological university, 2006. — 96 p.
3. DSTU 2796-94 (GOST 29285-95) Privodi meshanichni. Metodi ispitaniy [State Standard 2796-94 Mechanical Drives . Testing Methods; 1996-07-01.]. — K: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2005. — 181 p. — (Nat. Standards of Ukraine).
4. Instruktsiya s remontu reduktorno-cardannish privodiv generatoriv pasazhirskih vagoniv TSL-0078 [Overhaul Manual in gear-PTO drives of TSL-0078 carriages' generators]. State Administration of Railway Transport of Ukraine. Ukrzaliznyca. Main passenger management. — K., 2009. — 192 p.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. політехн. ун-ту Дашенко О.Ф.

Надійшла до редакції 29 серпня 2012 р.