

УДК 629.423.1

ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВИГУНА ТЕПЛОВОЗА

Д-р техн. наук Д.С. Жалкін, М.К. Тарасенко

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ ТЕПЛОВОЗА

Д-р техн. наук Д.С. Жалкин, М.К. Тарасенко

DIAGNOSIS CYLINDER-PISTON GROUP THE ENGINE LOCOMOTIVE

Doct. of techn. sciences D. Zhalkin, M. Tarasenko

У наведеній статті проведено аналіз відмов циліндро-поршневої групи дизелів тепловозів. Запропоновано систему заходів та обладнання для контролю технічного стану, що створює умови організації ремонту за фактичним технічним станом.

Ключові слова: тепловоз, двигун, циліндро-поршнева група, тиск газів, вібрація, діагностика.

В этой статье проведен анализ отказов цилиндно-поршневой группы дизелей тепловозов. Предложена система мероприятий и оборудования для контроля состояния, создающего условия организации ремонта по фактическому техническому состоянию.

Ключевые слова: тепловоз, двигатель, цилиндро-поршневая группа, давление газов, вибрация, диагностика.

This article analyzes the failures piston-cylinder diesel engine group. The system measures and equipment for the control of creating the conditions for the organization of repair on the actual technical state.

Keywords: diesel engine, the cylinder-piston group, the gas pressure, vibration diagnostics.

Вступ. Проблематика питання ремонту діагностики та дефектоскопії циліндро-поршневої (ЦПГ) групи тепловозних двигунів виникла давно і пов'язана, перш за все, з труднощами при постановці технічного діагнозу та проведенні ремонту [3-6]. Потрібне розроблення методів удосконалення ремонту ЦПГ, що і дало підставу для виконання даної роботи.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Аналіз методів та обладнання виявив низьку (до 50-80 %) вірогідність визначення технічного стану елементів шатунно-поршневої групи. Закордонний досвід показує використання як окремих вбудованих датчиків, так і інформативних схем, що забезпечують періодичний або постійний контроль технічного стану основних або відповідальних за безпеку частин дизеля. Відзначимо також, що в методичному плані сучасні засоби діагностування не відрізняються значно від засобів 20-літньої давності [4, 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У літературних джерелах, де досліджується дана проблема, вказується на такий факт: відомі методи і засоби діагностики та дефектоскопії не дають повної інформації про технічний стан ЦПГ двигунів і їхніх деталей внаслідок неточності і суперечності результатів діагностування [1, 2, 3].

Аналіз відмов (див. рис. 1) показав, що найбільш поширеними є несправності ЦПГ:

- у поршнів – термічні тріщини та прогари головок поршнів; зношування струмків під кільця; спостерігається насосна дія поршневих кілець, супроводжувана підвищеною витратою мастила; задири поршнів; тріщини біля струмків поршнів; ослаблення або обрив шпильок кріплення головки поршня до тронкової частини; ослаблення посадки та зношування втулок під поршневий палець;
- у поршневих кілець – зношування, злам, пригоряння та втрата пружності;
- у поршневих пальців – зношування (овальність, конусність), тріщини, задири.

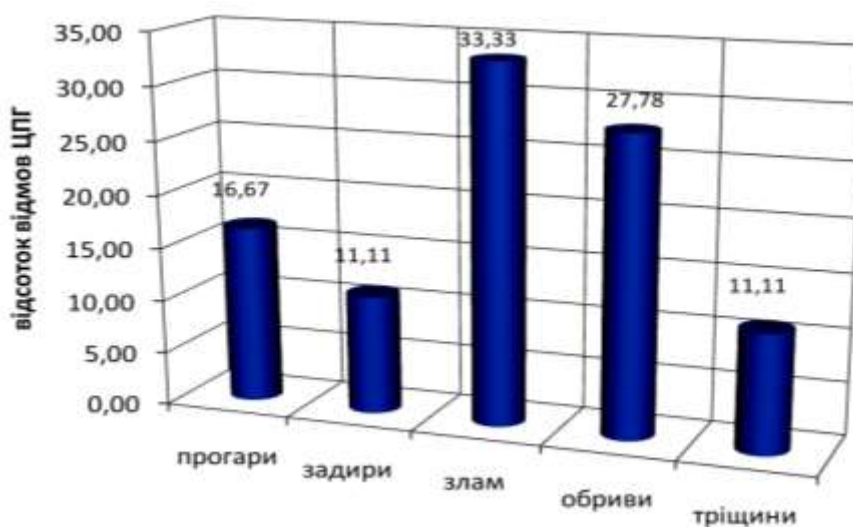


Рис. 1. Діаграма кількості відмов ЦПГ від характеру пошкодження

У наш час для визначення технічного стану деталей циліндро-поршневої групи використовуються такі методи діагностики [1, 3, 5]:

- інтегральна оцінка пневмощільності з'єднання «гільза - компресійне кільце - канавка поршня» за витратами газів, що прориваються в картер;

- оцінка пневмощільності конкретного циліндра шляхом примусового його

опресування стисненим повітрям (принцип пневмокалібратора);

- оцінка пневмощільності конкретного циліндра за максимальним тиском наприкінці такту стиску (компресометр);

- вакуумний метод оцінки технічного стану.

З використанням інформації, що наводиться в науково-технічній літературі, подано класифікацію методів діагностування ЦПГ на рис. 2.

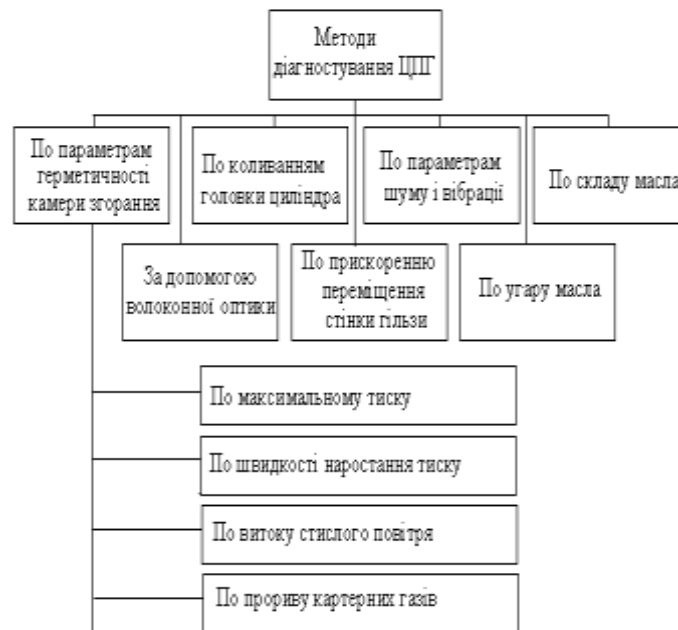


Рис. 2. Класифікація методів діагностики ЦПГ

Визначення мети та задачі дослідження. Мета статті – підвищення надійності роботи тепловозних дизелів шляхом удосконалення методів ремонту діагностування ЦПГ з урахуванням особливостей режимів і умов експлуатації.

Досягнення цієї мети залежить від вирішення ряду питань, які ввійшли до завдань: проведення аналізу сучасних методів діагностування ЦПГ дизелів; розроблення технології ремонту ЦПГ дизелів з застосуванням засобів діагностування вузлів; оцінка шляхів можливої технічної реалізації запропонованих методів.

Основна частина досліджень. Технічний стан елементів шатунно-поршневої групи можливо визначити шляхом заміру зміни щільності. Застосований для цього прилад

(рис. 3) дає можливість подати в циліндр дизеля повітря з певним тиском і, незважаючи на можливі різні за величиною витоки його з циліндра, підтримувати цей тиск незмінним.

Підтримка постійності тиску повітря в циліндрі приладом здійснюється за рахунок подачі в циліндр регульованої кількості повітря, необхідної для відшкодування витоків. Для забезпечення регулювання кількості подаваного в циліндр повітря повітряний тракт приладу розділено дроселем-діафрагмою на дві зони: регульованого змінного тиску і регульованого постійного тиску. Живлення другої зони здійснюється вільно з першої зони за рахунок різниці тисків перед і після дроселя-діафрагми. Тиск повітря в першій зоні регулюється шляхом зміни кількості повітря, подаваного в неї з магістралі живлення.

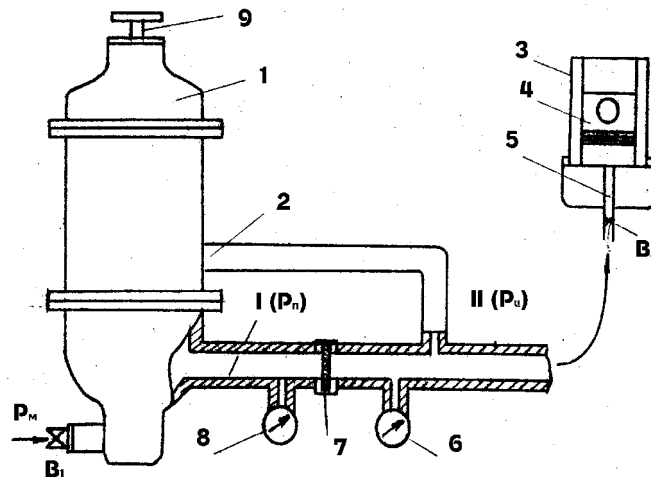


Рис. 3. Приладор для визначення щільності шатунно-поршневої групи:
 1 – повітряний редуктор; 2 – трубка зворотного зв’язку; 6 – манометр для визначення тиску в циліндрі; 7 – дросель-діафрагма; 8 – манометр для визначення тиску в другій зоні

Щільність шатунно-поршневої групи дизеля можна оцінювати співвідношенням тисків повітря підживлення P_n (перед діафрагмою в першій зоні) і повітря в циліндрі P_c (у другій зоні).

Переваги методу: простота, доступність, універсальність. Відомі діагностичні стенди на базі персонального комп'ютера з використанням цього методу [5]. Однак інформативності методу недостатньо не тільки для прогнозування залишкового ресурсу, але і для постановки остаточного діагнозу про стан ЦПГ.

Метод віброакустичної діагностики застосовують для загальної оцінки технічного стану двигуна і для локальної перевірки кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів. Коливання, що виникають при зіткненнях з'єднаних деталей, за своїми параметрами різко відрізняються як від коливань газодинамічного походження, так і від коливань, обумовлених тертям [8]. При зміні зазорів потужність коливань різко змінюється внаслідок зміни енергії зіткнення, при цьому також змінюється тривалість зіткнень. Існує кілька методів віброакустичної діагностики. Одним з них є реєстрація за допомогою осцилографа рівня коливального процесу у вигляді миттєвого імпульсу у функції часу (або кута повороту колінчастого вала). Іншим більш універсальним методом є реєстрація і аналіз усього спектра, тобто всієї

сукупності коливальних процесів. Аналіз спектра полягає в угрупованні по частотах його складових коливальних процесів за допомогою фільтрів. Для визначення стану деталей ЦПГ необхідні такі інструменти (див. рис. 4): акселерометр, використовуваний для виміру вібрації вузлів машини; ультразвуковий аналізатор, що дозволяє розділити високочастотні складові, обумовлені рухом газів, і низькочастотний шум механічної природи; індуктивний датчик; датчик тиску (тензодатчик, або датчик п'єзоелектричного типу).

Дефект виявляють за максимальним або середнім рівнями коливального процесу в смузі частот, обумовленою роботою з'єднання, що діагностується. Отримані результати порівнюють із нормативами. Нормативи визначають експериментально шляхом штучного введення дефектів або шляхом накопичування та статистичної обробки результатів експлуатаційних спостережень.

Можливість рішення математичної моделі в рамках прийнятих допущень полягає в одержанні однозначної відповіді про технічний стан об'єкта, що діагностується. Це означає, що в системі булевих функцій немає жодного збігу в наборі логічних змінних. За умови нульового набору логічних змінних [5] одержимо математичну модель справного технічного стану об'єкта діагностування.

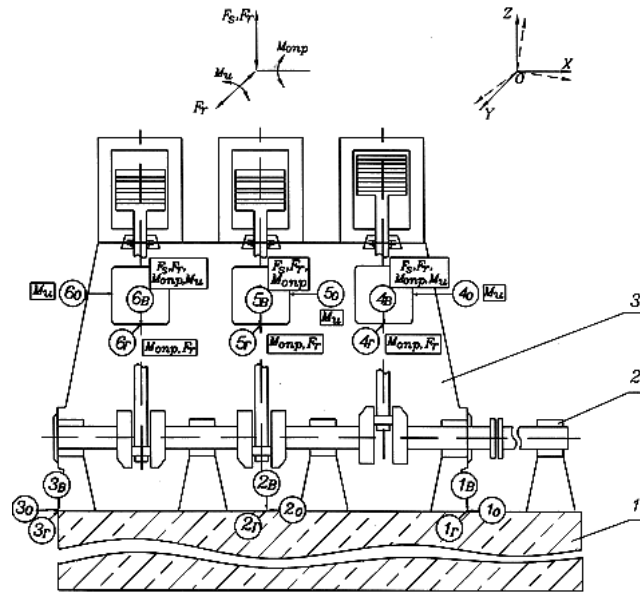


Рис. 4. Схема виміру вібрації дизеля:
1-6 – контрольні точки; 1 – під дизельна рама;
2 – опори колінчастого вала; 3 – кістяк дизеля

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Існуючі засоби і методи діагностування не дозволяють швидко, точно й однозначно розрізнити характерні несправності циліндро-поршневої групи, при цьому результат діагностичного висновку багато в чому визначається досвідом оператора та має суб'єктивний характер.

На основі виконаних досліджень запропоновано технологію ремонту ЦПГ з

застосуванням методів діагностування, що дозволяє підвищити надійність роботи тепловозних дизелів за рахунок покращення якості ремонту.

Запропоновані методи можуть бути покладені в основу створення єдиної системи аналізу працездатності двигуна тепловоза, а також можуть використовуватись як засоби постійного моніторингу технічного стану двигуна.

Список використаних джерел

1. Володин, А.И. Локомотивные энергетические установки [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / А.И. Володин, В.З. Зюбанов, В.Д. Кузьмич [и др.]; под ред. А.И.Володина. – М.: ИПК "Желдориздат", 2002. – 718 с.
2. Головки, В.Ф. Енергетичне обладнання рухомого складу залізниць [Текст]: навч. посібник / В.Ф. Головки. – Харків: Видавництво "Нове слово", 2003. – 256 с.
3. Надточій, О.В. Діагностування циліндро-поршневої групи дизеля зернозбирального комбайна за віброакустичними параметрами [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.11 / О.В. Надточій. – К.: Національний аграрний університет, 2001. – 22 с.
4. Никитин, Е.А. Диагностирование дизелей [Текст] / Е.А. Никитин, Л.В. Станиславский, Э.А. Улановский. – М.: Машиностроение, 1987. – 224 с.
5. Сараева, І.Ю. Удосконалення процесу діагностування циліндро-поршневої групи та герметичності клапанів бензинового двигуна автомобіля [Текст]: автореф. дис... канд. тех. наук: 05.22.20 / І.Ю. Сараева. – Харків: Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 2006. – 23 с.
6. Собенин, Л.А. Устройство и ремонт тепловозов [Текст]: учебник / Л.А. Собенин, В.И. Бахолдин, О.В. Зинченко, А.А. Воробьев. – М.: Издательский центр "Академия", 2004. – 416 с.

7. Хомич, А.З. Диагностика и регулировка тепловозов [Текст] / А.З. Хомич, С.Г. Жалкин, А.Е. Симсон, Е.Д. Тартаковский. – М.: Транспорт, 1977. – 222 с.

8. Яманин, А.И. Динамика поршневых двигателей [Текст]: учеб. пособие / А.И. Яманин, А.В. Жаров. – М.: Машиностроение, 2003. – 464 с.

Жалкін Денис Сергійович, д-р техн. наук, професор кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Української державної академії залізничного транспорту. Тел. 093-911-10-40, (21-24). Email: abddd@mail.ru.
Тарасенко Максим Костянтинович, слухач групи МЗ-Л-Б-12 Української державної академії залізничного транспорту. Локомотивне депо Мелітополь. Тел. 067-419-97-18. Email: tmk_pos@mail.ru.

Denis Zhalkin, doct. of techn. sciences, Prof. dept. of maintenance and repair of rolling stock. Tel. +38093-911-10-40. Email: abddd@mail.ru.

Tarasenko Maxim, listener of the MZ-L-B-12 Locomotive depot Melitopol. Tel. +38067-419-97-18. Email: tmk_pos@mail.ru.