

УДК 621.436

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Куликівський В. Л., к.т.н., доц.,

Боровський В. М., ст. викл.

*Поліський національний університет, м. Житомир, Україна*

**Постановка проблеми.** Найбільш відповідальною системою дизельного двигуна є паливна апаратура високого тиску (ПАВТ). Конструктивною особливістю системи живлення дизельних двигунів є наявність прецизійних пар тертя, механічних пружних вузлів, високоточних та інших типів ущільнюючих і рухомих з'єднань [1]. Від видозмін та перетворень, які виникають у цих елементах під час експлуатації, залежать і зміни вихідних параметрів системи живлення. Тому, вдосконалення методів контролю технічного стану елементів системи живлення та прогнозування ймовірностей виходу їх з ладу, що водночас дозволить підвищити надійність експлуатації дизельного двигуна є актуальним завданням.

У ПАВТ близько 60 % відмов припадає на паливний насос високого тиску, форсунки та автоматичну муфту випередження впорскування палива. На підставі досліджень фізичної сутності процесу впорскування палива у циліндри двигуна можна обґрунтувати вибір діагностичних параметрів ПАВТ та розробити дієвий спосіб визначення передавальних функцій несправностей, що впливають на тягово-швидкісні характеристики, економічні та екологічні показники дизельного двигуна.

**Основні матеріали дослідження.** Для оцінки працездатності паливних насосів високого тиску (ПНВТ) використовуються різноманітні прилади, що дозволяють: проводити діагностування прецизійних пар; визначати продуктивність насосних секцій та нерівномірність подачі палива (по секціям); перевіряти початок подачі дизпалива секціями насоса. Всі існуючі прилади здебільшого оцінюють працездатність паливних насосів високого тиску за регламентованими вихідними параметрами процесу паливоподачі та дублюють інформацію, яку одержують під час випробуваннях ПНВТ на стаціонарних стендах. Використання наявних приладів не дозволяє широко застосовувати їх для технічного обслуговування елементів системи живлення дизельних двигунів з таких причин:

- значна трудомісткість процесу в порівнянні з контролем на стаціонарних стендах;
- неповний обсяг діагностичної інформації, що відображає працездатність елементів, паливних насосів високого тиску.

За допомогою різноманітних засобів контролю проводилися дослідження параметрів для оцінки технічного стану паливних насосів високого тиску, а саме:

- 1) циклова подача на різних режимах (номінальний, холостого ходу) та її нерівномірність за секціями;
- 2) кут випередження циклової подачі першої секції щодо осі симетрії першого кулачка;
- 3) нерівномірність кута випередження подачі інших секцій щодо першої;
- 4) параметри оцінки роботи регулятора ПНВТ;
- 5) тиск, що створюється насосною секцією.

Зазначені параметри, окрім останнього (5) є комплексними регламентованими вихідними показниками процесу паливоподачі, що виявляють або вказують на працездатність усієї системи живлення. Значення параметрів регламентуються нормативно-технічною документацією. Весь процес технічного обслуговування спрямований на підтримання даних параметрів у допустимих межах, під час діагностування їх слід оцінювати першочергово та у повному обсязі. У результаті аналізу параметрів (1-5), які визначаються діагностичним обладнанням, встановлено, що кожен прилад вимірює не більше двох показників (величин).

Якщо під час діагностування паливних насосів високого тиску використовувати всі рекомендовані прилади, то кількість вимірюваних, досліджуваних параметрів все одно буде неповною, фрагментарною. Тому, неприпустимо говорити про достовірну оцінку працездатності паливних насосів високого тиску існуючими приладами. Водночас зі збільшенням кількості використовуваних приладів починають зростати витрати часу на діагностування, що може перевищити трудомісткість визначення працездатності паливних насосів високого тиску на випробувальному стенді.

Спираючись на вищезазначене можна дійти висновку, що граничний технічний стан плунжерної пари визначається не лише її зносом, а й сукупністю властивостей та параметрів інших елементів паливної секції. Тому, навіть найточніша та повна інформація щодо стану плунжерної пари не дасть цілісного уявлення про порушення процесу паливоподачі, при невідомому стані інших елементів, а отже, не може використовуватися під час обслуговуванні системи живлення дизельних двигунів.

Таким чином, аналіз відомих засобів та методів (рис. 1) діагностування елементів системи живлення показує, що жоден з них не вирішує усіх поставлених завдань. На жаль, методів комплексної перевірки роботи елементів системи живлення не існує. Роботу елементів системи живлення можна оцінити щодо впливу їх стану на процес паливоподачі. Оскільки оцінка подачі палива визначається за регламентованими вихідними параметрами, тому необхідно

встановити зв'язок між технічним станом елементів системи живлення і вихідними показниками процесу паливоподачі.



**Рис. 1. Класифікація методів діагностування елементів системи живлення дизельних двигунів**

Найбільшою мірою вимогам, що висуваються до способів або прийомів діагностування елементів системи живлення, задовольняють такі методи:

- віброакустичний;
- за сигналом тиску палива у лінії нагнітання;
- за величиною ходу голки розпилювача форсунки.

Перші два методи виокремленні багатьма дослідниками як такі, що дозволяють підвищити достовірність діагностування дизельних двигунів.

Найбільш перспективним способом, що дозволяє вирішувати основні завдання щодо оцінки технічного стану системи живлення є метод діагностування за амплітудно-фазовими параметрами паливоподачі (за сигналом тиску палива в лінії нагнітання). Суть методу полягає у тому, що за допомогою датчика тиску, встановленого на штуцер ПНВТ чи перед форсункою, програмно-керованим пристроєм реєструються осцилограми тиску палива на різних режимах роботи елементів системи живлення. Осцилограми мають ряд характерних точок, координати яких несуть інформацію про технічний стан складових системи, зокрема пружних елементів насоса та форсунки. Оскільки процес паливоподачі формують усі елементи системи живлення, то тиск палива, як показник даного процесу має відображати всі зміни стану складових, механізмів за їх взаємозв'язку

один з одним.

Метод діагностування за амплітудно-фазовими параметрами паливоподачі є інноваційним і нині достатньо вивченим, хоч не отримав ще належного поширення. Насамперед через безліч зв'язків між діагностичними параметрами, які не дозволяють однозначно оцінити технічний стан елементів системи живлення при комплексному зносі її складових (деталей, механізмів) та значну відмінність в характері вихідного сигналу датчика тиску, залежно від місця його встановлення. Дані недоліки призвели до того, що були досліджені не надчутливі до зміни технічного стану системи живлення параметри сигналу тиску. Сучасний розвиток вимірювальної техніки, електроніки, експлуатації системи живлення, вивчення теорії процесу паливоподачі дозволяє уникнути зазначених помилок при подальшому удосконаленні цього перспективного методу. Більш глибоке вивчення, опрацювання прийомів діагностування за амплітудно-фазовими параметрами з урахуванням вимог, що висуваються до методу, на основі проведеного вище аналізу, дозволить отримувати більш повну і точну інформацію про працездатність паливної апаратури, особливості її функціонування та технічний стан з урахуванням основних елементів системи живлення. Такий обсяг діагностичної інформації дасть змогу перейти до обслуговування системи живлення дизельних двигунів за технічним станом.

**Висновки.** Проаналізовано ефективність відомих методів визначення технічного стану елементів системи живлення, до того ж ґрунтуючись на результатах попереднього дослідження є можливість зробити такі висновки:

- близько 45 % порушень і виходів з ладу двигуна пов'язані з відхиленнями у роботі та відмовою ПАВТ;

- існуючі методи визначення технічного стану елементів системи живлення зазвичай вимагають тимчасової зупинки техніки, для часткового розбирання вузла або агрегату, що знижує строк служби паливної апаратури на 10...15 %;

- методика досліджень процесу паливоподачі за амплітудно-фазовими показниками сигналу високого тиску палива повною мірою відповідає сучасним вимогам із визначення технічного стану елементів системи живлення дизельних двигунів.

### **Список використаних джерел**

1. Мельник Ю. В., Мельник А. Л. Дослідження надійності роботи та засобів діагностування технічного стану паливної апаратури. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. № 5(301). С. 114–118.