

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР «ІМЕСГ» НААН**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***VI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
112-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віце-президента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***21-22 лютого 2019 року
м. Київ***

УДК 621.436:62-543.4:621.43.001.4.002.5

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ МОТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЯ З СИСТЕМОЮ ДЕАКТИВАЦІЇ ЦИЛІНДРІВ

О. А. БЕШУН, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: beshun@ukr.net

Метод деактивації циліндрів для поліпшення економічних і екологічних показників роботи ДВЗ з початку 80-х років реалізовано в серійному виробництві на автомобільних бензинових двигунах, які випускаються такими фірми-виробниками як General Motors, Chevrolet, Honda, Mercedes Benz, BMW, Volkswagen, Ford Motor та ін., а системи, які дозволяють реалізувати його в реальній експлуатації мають декілька комерційних назв, наприклад: *Variable Cylinder Management (VCM)* – Honda; *Active Cylinder Management (ACT)* – Volkswagen; *Cylinder on Demand System (SDS)* – Audi; *Active Cylinder Control (ACC)* – Mercedes Benz; *Active Fuel Management (AFM)* – General Motors, Chevrolet та ін.; *Multi-Displacement System (MDS)* – Dodge й ін. Частіше всього в англійській технічній літературі застосовується термін «Cylinder Deactivation» (деактивація циліндрів), в той час як в країнах СНД історично склалось так, що застосовується найчастіше термін «відключення циліндрів», а також (значно рідше) «регулювання потужності зміною робочого об'єму». Причому, незалежно від комерційних назв, всі перераховані системи функціонально аналогічні, і відрізняються лише у відношенні конструктивного виконання.

Якісно новим кроком в розвитку робіт по відключенню циліндрів стало створення принципово нового методу регулювання потужності двигуна – відключенням окремих робочих циклів. Перші роботи зі створення та дослідження систем паливоподачі, що забезпечували регулювання потужності бензинового двигуна відключенням окремих робочих циклів, були проведені в середині 60-х років в КАДІ (нині НТУ) під керівництвом засновника цього методу проф. Андрусенко П.І. та проф. Філіпповим А.З. – автора докторської дисертації по даній проблемі та засновника відповідного наукового напрямку в НУБіП України. Надалі, в 90-их роках, коли з'явилися бензинові двигуни з розподіленою системою паливоподачі, цей метод, який позбавлений недоліків, притаманних методу відключення циліндрів, було більш глибоко досліджено і значно вдосконалено.

На дизельних ДВЗ метод деактивації циліндрів через складнощі створення відповідних систем почали досліджувати значно пізніше.

Певні наукові і практичні результати відносно дизелів досягнуті в роботах ЦНДІ МФ, РУДН, МАДІ, ПО «Пенздизельмаш», УкрДАЗТ, Сибірський державний університет шляхів сполучень (СДУШС), ВАТ «НТЦ «КамАЗ»», ВАТ ЯМЗ, ТОВ «ЧТЗ-Уралтрак», НВО ЦНДТА.

В Україні такі дослідження проводилися на автомобілі МАЗ-500 з V-подібним 6-циліндровим дизелем ЯМЗ-236 ще наприкінці 70-х років, а також

на дизелі Д-50 в Українському транспортному університеті та ДержавнотрансНДІпроекті Мінтрансу. На двотактному Д-100 і чотиритактних тепловозних дизелях типу 6ЧН31,8/33 (ПДГ1М), 12ЧН14/14, 6ЧН26/26, 8ЧН26/26, 16ЧН26/26, а також на тракторних дизелях 4Ч12/14 (СМД-14) і 6ЧН13/11,5 (СМД-62) – у Харківській державній академії залізничного транспорту спільно з ГСКБД та ОГК ПО «Пенздизельмаш. На дизелі КамАЗ-740 (8ЧН 12/12) в Національному університеті кораблебудування. А на дизелях будівельних машин – у Київському національному університеті будівництва й архітектури та в інших установах.

Глибокий аналіз літературних джерел дозволяє зробити висновок, що до теперішнього часу відсутні закінчені наукові розробки систем регулювання потужності дизелів деактивацією циклів з впливом на процеси газообміну, які можна було б рекомендувати до впровадження і освоєння у виробництві, а існуючі системи відключення циліндрів мають ряд суттєвих недоліків і знаходяться на стадії пошукових та не вийшли за межі лабораторних макетів. Тому в Національному університеті біоресурсів і природокористування України більш поглиблено досліджуються показники багатциліндрових дизельних двигунів з деактивацією циліндрів і циклів на режимах часткових навантажень і холостого ходу. Технічно найпростіше і найдоцільніше реалізувати даний метод на двигунах, обладнаних акумуляторними системами паливоподачі типу Common Rail, які стрімко витісняють класичні системи паливоподачі. В результаті розрахункових досліджень встановлено можливість зменшення витрати палива до 44,5 % залежно від швидкісних і навантажувальних режимів роботи ДВЗ. Подальші дослідження спрямовані на експериментальне підтвердження зазначених даних та вивчення показників токсичності ВГ і динаміки двигунів.

З цією метою модернізовано експериментальну установку для дослідження показників дизеля з системою деактивації циліндрів, сворену на базі універсального обкатно-гальмівного стенду СТЭУ-28-1000 (ГОСНИТИ) і детально описану в роботі [1].

Для проведення моторних випробувань дизель 4Ч12/14 (СМД-14НГ) доукомплектовано необхідними контролюючими приладами. Зокрема, для індиціювання двигуна був спеціально розроблений мембранний тензодатчик з водяним охолодженням. В головці дизеля з метою встановлення тензодатчика було виконано отвір, що сполучає надпоршневу порожнину з порожниною датчика (див. рис. 1). При цьому об'єм надпоршневої порожнини збільшився на 1230 мм, або 1,3 %, що не перевищує регламентованих 2 %.

В моторній установці використовуються також датчики, відповідно, кутових імпульсів (частоти обертання колінчатого валу), положення ВМТ 4-го циліндра, температури охолоджуючої рідини та оливи типу П-2, відповідно, а також тиску оливи в головній масляній магістралі.

Для контролю частоти обертання колінчатого валу дизеля використано електронно-лічильний частотомір Ф5035. Для живлення електронної системи деактивації циліндрів використовуються два джерела живлення постійного

струму Б5-47, струм 0,01...2,99 А, напруга 0,1...29,9 В) та акумуляторна батарея 6СТ-55 (330L2С FIAMM FAST, 12 В, 60 А·год, 330 А).

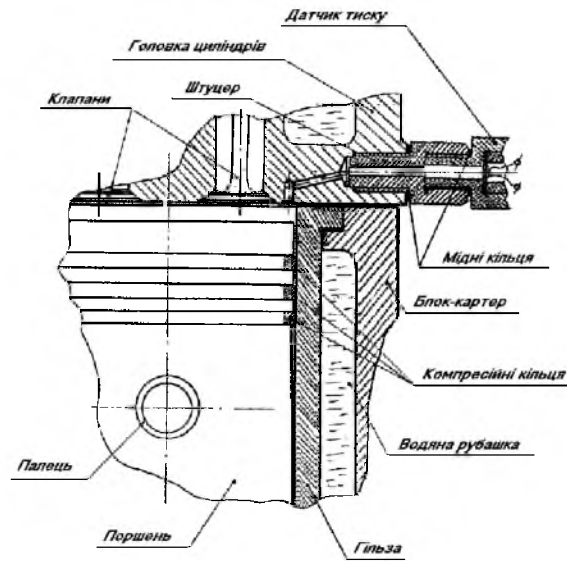


Рис. 1. Схема монтажу датчика тиску на двигуні

Витрата палива визначається ваговим (масовим) методом за допомогою автоматичної ваги Д1 0,00000 ЕД (ваги витратоміра №141 і блок управління №157) відповідно. Похибка вимірювання – 0,4 %, доза вимірювального палива – 50 г. Надлишок палива зливаються в мірні ємкості ваги Д1.

Витрата повітря визначається за допомогою лічильника газу типу РГ 600-1, 1-го класу точності (витрата – 600 м³/год, тиск $p_o = 1$ кгс/см²). Час витрати 1 м³ повітря визнається секундоміром С12П з ціною поділки 0,1 с. Втрата напору на номінальному режимі не перевищувала 30 мм вод. ст.

Температура води в системі охолодження контролюється термометрами типу П-2 з ціною поділки 5 °С і шкалою 150 °С. Похибка датчиків в діапазоні температур 0...100 °С не перевищує ± 1 °С.

Тиск оливи в двигуні визначається манометром типу МОШ-1-100 класу точності 2,5 з ціною поділки 0,2 бара і шкалою 10 бар.

Барометричний тиск і температура навколишнього середовища вимірюється приладом типу СР-А 25 з ціною поділки 0,1 мбар і термометром ТЛ-19 з діапазоном вимірювання 10...35 °С та ціною поділки 0,1 °С.

Ефективна потужність дизеля визначається (в кВт) за допомогою вагового механізму (було виконано тарювання вагового механізму за допомогою тарювальних гир; довжина плеча $l = 974$ мм).

Крутний момент від досліджуваного двигуна до редуктора передається за допомогою карданної передачі.

Для визначення концентрації у ВГ NO/NO_x (млн⁻¹ (ч.н.м.)) використовується газоаналізатор 344 ХЛ 01. Прилад дає можливість визначати такі компоненти як NO або NO_x , має п'ять діапазонів вимірювань (0...200, 0...500, 0...1000, 0...2000 і 0...5000 млн⁻¹) і похибки при вимірюванні $NO \pm 15$

млн⁻¹ на всіх діапазонах вимірювань, а при вимірюванні NO_x похибка складає ± 20 млн⁻¹ для всіх діапазонів вимірювання, окрім діапазона 0...200 млн⁻¹, для якого вона становить ± 15 млн⁻¹. Відбір газу проводиться з випускної системи двигуна за допомогою виготовленого із нержавіючої сталі зонда. Відстань місця відбору проби до випускного патрубка дорівнювала 50 мм.

Для визначення оптичної густини ВГ застосовується вимірювач димності ВГ ИНА-109 (димність визначається у %). Прилад має дві шкали: основну по димності (непрозорості ВГ) – N (кнопка "N/M" на передній панелі знаходиться у відтисненому стані) та допоміжну по показнику послаблення – M (кнопка "N/M" – у відтисненому стані) у відповідності зі шкалою абсорбції по ІСО 3173-74. Діапазон вимірювання: по димності – від 0 до 100 %; по показнику послаблення – від 0 до 29 м⁻¹. Допустима основна приведена похибка від верхньої межі вимірювань при довірчій ймовірності 0,95 – ± 2 % по основній шкалі.

Модернізація установки полягає у тому, що для зняття індикаторних діаграм замість 12-ти каналного світлопроменевого осцилографа Н-105 з блоком живлення П133, магазинами опорів Р155 та підсилювачем 8 АНЧ 7М з власним блоком живлення використано більш компактне, сучасне і зручніше у використанні обладнання. А саме: розроблено підсилювач сигналу тензотричного датчика тиску з блоком живлення, а для реєстрації даних індичіювання використано 6-канальний USB-осцилограф USB Autoscope III з ноутбуком і відповідним програмним забезпеченням; дз метою дослідження процесів в паливопроводах високого тиску дизелів датчика тиску палива Common Rail Bosch 0281002908, а для дослідження показників шуму ДВЗ виконано монтаж п'єзовипромінювачів на блок-картері двигуна в трьох місцях (див. рис. 3). Особливість цих датчиків полягає в тому, що вони генерують сигнал, який не потребує підсилення і може подаватись в USB-осцилограф безпосередньо з датчиків. Крім того моторна установка дообладнана двома додатковими датчиками температури охолоджуючої рідини.

Таким чином, вдосконалення установки сприяє підвищенню продуктивності експериментальних досліджень, в першу чергу за рахунок відмовлення від реєстрації досліджуваних параметрів на фотострічку, яку необхідно було закуповувати разом з реагентами і в подальшому проявляти, що вимагало суттєвих затрат часу. А також встановлення додаткових датчиків дозволяє реєструвати зміну тиску палива у паливопроводі високого тиску, а п'єзовипромінювачі дозволяють реєструвати зміну шуму, генерованого двигуном. Монтаж додаткових датчиків температури охолоджуючої рідини дає можливість більш об'єктивно визначити температуру останньої.

Список літературних джерел

1. Бешун О.А. Експериментальна моторна установка для дослідження робочого процесу дизеля з регулюванням потужності відключенням окремих робочих циклів (ДРЦ) // Автошляховик України: Окремий випуск. Вісник Північного наукового центру ТАУ. – 2004. – Вип. 7. – С. 139-144.