

МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 629.113

Д. П. Рубан, *к.т.н., доцент*

Черкаський державний технологічний університет
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна
ruban_dimon@mail.ru

Г. Я. Рубан, *старший викладач*

Черкаський державний бізнес-коледж
вул. Чорновола, 243, м. Черкаси, 18028, Україна
ganna-gaivoronsk@mail.ru

О. С. Голубов, *к.т.н., доцент*

Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601, Україна
golas_as@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОГО НАСОСА ВИСОКОГО ТИСКУ ZEXEL105118-7541

Представлено результати безмоторних стендових випробувань паливного насоса високого тиску ZEXEL105118-7541 із урахуванням фізичних властивостей дизельного палива. На основі експерименту отримано регульовальні характеристики, які відсутні в технічній документації, а саме: швидкісні характеристики, залежності циклової подачі від обертів при різних положеннях важеля зміни паливоподачі, залежності циклової подачі від обертів при різних положеннях рейки. Також на основі експерименту наведено та описано схему всережимного регулятора частоти колінчастого вала дизеля.

Ключові слова: паливний насос високого тиску, дизель, циклова подача, швидкісні характеристики, екологічні показники.

Постановка проблеми у загальному вигляді. В Україні набули широкого використання автомобілі іноземного виробництва. Крім того, на вітчизняні автомобілі чи автобуси встановлюють агрегати іноземних виробників. Наприклад, на автобуси «Богдан» встановлюються силові агрегати японського і китайського виробництва. В процесі експлуатації цих транспортних засобів виникає необхідність в обслуговуванні та ремонті. Для цього потрібна відповідна документація. Однак не завжди виробники цих силових агрегатів, зокрема Isuzu, Dong Feng, надають у повному обсязі необхідну технічну документацію. У зв'язку з цим виникають труднощі під час обслуговування та ремонту. Це стосується і даних для регулювання систем двигуна внутрішнього згоряння.

Аналіз останніх джерел та публікацій. Експлуатаційна надійність дизелів значною мірою залежить від роботи паливної апаратури [1]. Тому під час експлуатації дизелів паливні насоси високого тиску (ПНВТ) підлягають ретельному регулюванню згідно з ре-

ламентом обслуговування [2]. Незважаючи на це, для одного з найпоширеніших дизелів CY4102BZQ взагалі відсутня інформація по регулюванню ПНВТ [2], тому неможливо його правильно відрегулювати. У зв'язку з цим погіршуються тягово-швидкісні властивості, паливна економічність та екологічні показники таких автомобілів чи автобусів.

Метою роботи є дослідження нового відрегульованого ПНВТ для отримання достовірних регульовальних залежностей.

Виклад основного матеріалу. В результаті попередніх досліджень [3] встановлено, що характеристики дизеля CY4102BZQ відповідають паспортним даним [2]. Тому й використано ПНВТ цього дизеля для безмоторних випробувань. Об'єктом безмоторних досліджень був багатоплунжерний ПНВТ ZEXEL105118-7541 дизеля CY4102BZQ в серійному виконанні із всережимним механічним регулятором. Під час досліджень знімалися рівноважні характеристики ПНВТ, швидкісні характеристики ПНВТ при різних положеннях рейки, швидкісні характеристики па-

ливоподачі, залежності відцентрової сили тягарців регулятора від частоти обертання при різних положеннях муфти. Для визначення рівноважних характеристик ПНВТ реєструвалися положення рейки ПНВТ в усьому робочому діапазоні з інтервалом 100 хв^{-1} при положеннях важеля управління регулятором 25, 50, 75 та 100 %.

Швидкісні характеристики ПНВТ при різних положеннях рейки визначалися при від'єднанні від рейки тяги регулятора і жорсткому з'єднанні рейки з рухомим стержнем штангенциркуля. При цьому штангенциркуль був закріплений на корпусі регулятора. Циклова подача палива визначалася при зміні частоти обертання кулачкового вала ПНВТ від 350 до 1100 хв^{-1} через 100 хв^{-1} та фіксованих положеннях рейки від 11 до 17 мм через 2 мм.

Залежність відцентрової сили тягарців регулятора від частоти обертання при різних положеннях муфти знімалася за допомогою пристрою зміною частоти обертання кулачкового вала та фіксуванням муфти у певному положенні. Характеристики знімалися для п'яти осьових положень муфти: 0, 1, 2, 3 та 4 мм.

Швидкісні характеристики паливоподачі визначалися за методикою, наведеною в ГОСТ 8670 – 82. Безмоторні дослідження виконувалися на стенді КИ-15711М-01-ГОСНИТИ № 1261 для випробувань дизельної паливної апаратури. Для вимірювання подачі палива стенд обладнано двома рядами мірних ємностей: перший ряд мірних ємностей – місткістю 135 см^3 та з ціною поділки 1 см^3 ; другий ряд мірних ємностей – місткістю 40 см^3 та з ціною поділки $0,2 \text{ см}^3$. Для контролю параметрів ПНВТ (частоти обертання привідного вала та кількості циклів) на стенді використовувався тахолічильник КИ15715 (рис. 1).



Рис. 1. Тахолічильник КИ15715 для контролю параметрів паливного насоса

Стенд КИ-15711М-01-ГОСНИТИ (рис. 2) дозволяє вимірювати подачу палива насосом від 1 до 9999 циклів та відповідає вимогам ГОСТ 8670 – 82. Стендові форсунки відрегульовані на тиск початку впорскування $17,0 + 0,5 \text{ МПа}$.



Рис. 2. ПНВТ ZEXEL105118-7541 на стенді КИ-15711М-01-ГОСНИТИ для випробування дизельної паливної апаратури

Для визначення відцентрованої сили тягарців регулятора використовувався пристрій, що складається з двоплевого важеля, який одним кінцем спирається на муфту чутливого елемента регулятора, а другим – з'єднаний з тягою динамометра розтягнення, межами шкали $0-10 \text{ кГс}$ та ціною поділки $0,1 \text{ кГс}$, регулювального гвинта з гайкою та індикатора годинникового типу ІЧ10МК з межами вимірів $0-10 \text{ мм}$ та ціною поділки $0,01 \text{ мм}$.

Вимірювання положення рейки ПНВТ здійснювалося за допомогою штангенциркуля, закріпленого пластиною з двома гвинтами на верхній частині корпусу регулятора. Рухомий стержень штангенциркуля був жорстко з'єднаний з рейкою насоса. Фіксація положення рейки здійснювалася штатним гвинтом штангенциркуля.

Переміщення муфти регулятора вимірювалося за допомогою індикатора годинникового механізму типу ІЧ10МК № 69064 ГОСТ 577 – 68 з ціною поділки $0,01 \text{ мм}$, встановленого в отвір, просвердлений у корпусі регулятора та зафіксований від поздовжнього зміщення гвинтом, угвинченим у спеціальну пробку.

Для вимірювання кута повороту важеля управління регулятором використовувався потенціометр ПЛП11 № 1657953 з кутом повороту регулюючого органа 360° . Оцінювання похибок вимірювань при експериментальних дослідженнях здійснювалося, виходячи з методу

вимірювання. При прямих і опосередкованих одноразових вимірюваннях помилки вимірювань визначаються помилками використовуваних приладів. При проведенні експериментальних досліджень виконувалися прямі й опосередковані багатократні вимірювання.

В результаті математичної обробки цих вимірювань визначалися: середнє арифметичне значення вимірюваної величини, середнє квадратичне відхилення і похибка середнього арифметичного. Виходячи з допустимої похибки середнього арифметичного, визначалася кількість дослідів.

Значення циклової подачі $q_{ц}$, отримані при безмоторних дослідженнях, наведені на рис. 3. Вони описані у вигляді залежності від положення рейки паливного насоса h_p і частоти обертання кулачкового вала n_n .

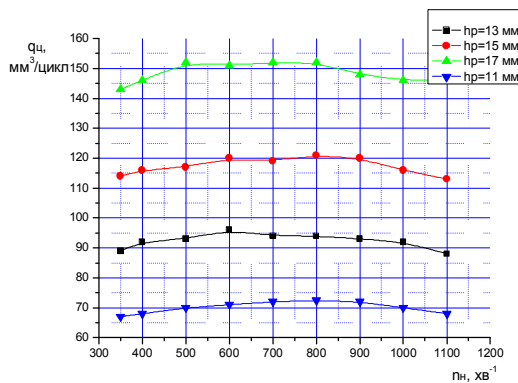


Рис. 3. Значення циклової подачі від обертів при різних положеннях рейки ПНВТ ZEXEL105118-7541

Також під час проведення безмоторних досліджень було визначено зовнішню швидкісну та часткові швидкісні характеристики циклової подачі паливного насоса ZEXEL105118-7541, які зображені на рис. 4.

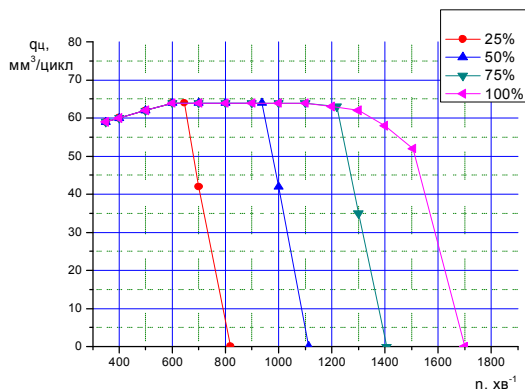


Рис. 4. Значення циклової подачі від обертів при різних положеннях важеля зміни паливоподачі ПНВТ ZEXEL105118-7541

На рис. 5 зображено схему всережимного регулятора.

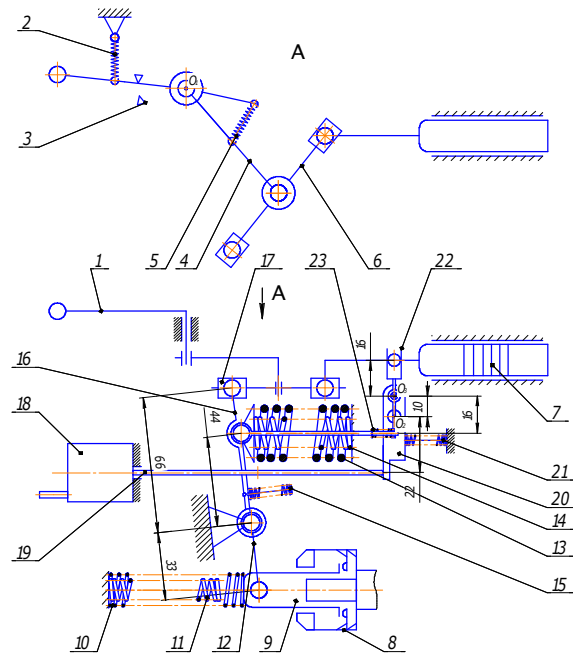


Рис. 5. Схема всережимного регулятора

Взаємодія елементів регулятора відбувається наступним чином. Важіль зміни паливоподачі 1, пересилюючи пружину 2, повертається навколо осі O_1 . Важіль 1 повертається в межах упорів 3 і приводить в рух важіль 4, з яким з'єднаний через пружину 5. Важіль 4 змінює положення коромисла 6, яке впливає на переміщення рейки 7. При збільшенні частоти обертання тягарці відцентрового регулятора 8 розходяться і штовхають шток 9. Під дією штока стискаються пружини 10, 11, а також через важіль 12 пружини 13 і 14. З важелем 12 через пружину 15 з'єднаний важіль 16, котрий прикріплений до повзуна 17. Переміщення важеля 16 впливає на положення рейки 7 залежно від частоти обертання. Компенсатор наддуву 18 залежно від тиску на впуску керує штоком 19. Шток 19 через коромисло 20, що обертається навколо осі O_2 , та, пересилюючи пружину 21, переміщує важіль 22. Важіль 22 обертається навколо осі O_3 і впливає на переміщення рейки 7 залежно від положення штока 23. Шток 23 прикріплений до важеля 12 і тисне на важіль 22 через пружину 23.

Всережимний регулятор обертів колінчастого вала працює наступним чином. При запуску дизеля і максимальному положенні важеля паливоподачі розтягується тільки пружина

жина 2 і положення рейки відповідає ділянці АВ. Після запуску частота обертання колінчастого вала дизеля зростає і муфта 8 стискає пружину 10, що відповідає характеристиці ВС. Характеристика ABCDEFGH – без компенсатора наддуву. Характеристика CD забезпечується жорсткістю пружин 10, 11, 13, 14, важелі 16 та 12 нерухомі, при цьому муфта не змінює положення. На ділянці FG, крім пружин ділянки CDEF, вступає в роботу пружина 15, що забезпечує похилу характеристику.

Після повного стиснення пружини 15 важелі 16 і 12 рухаються, як одне ціле та забезпечують характеристику GH. Отримані швидкісні характеристики насоса зображені на рис. 6.

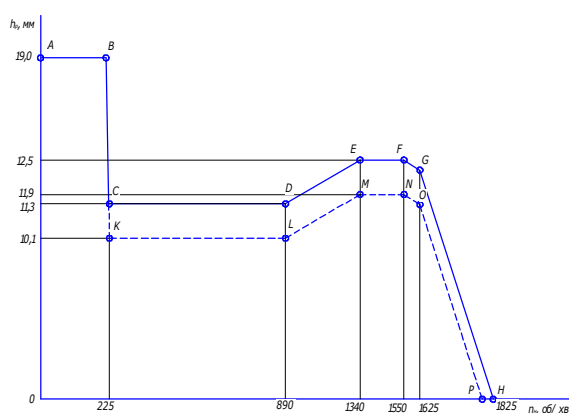


Рис. 6. Швидкісні характеристики ПНВТ ZEXEL105118-7541

Компенсатор наддуву забезпечує характеристику АВКLMNOP. При зростанні тиску на впуску шток 19 компенсатора 18 переміщує важіль 20 і важіль 22 пересилює пружини 21 та 23, які формують характеристику KL. Після повного стиснення пружин 21 та 23 формується характеристика MN.

Особливість роботи коромисла 6 полягає в тому, що при положенні важеля 1 при $\varphi = 0$ співвідношення плечей коромисла становить 0,5, а при $\varphi = 100\%$ – 2,0. Тому при $\varphi = 100\%$ координати переміщення рейки і муфти збігаються. В проміжних положеннях важеля паливоподачі 1 співвідношення плечей коромисла знаходиться в межах 0,5 – 2,0.

Висновки. Вперше на вітчизняному обладнанні отримано швидкісні характеристики, значення циклової подачі від обертів при різних положеннях важеля зміни паливоподачі, значення циклової подачі від обертів при різ-

них положеннях рейки ПНВТ ZEXEL105118-7541.

Експериментальним шляхом отримано схему всережимного регулятора частоти колінчастого вала дизеля CY4102BZQ, яка забезпечить ефективне регулювання ПНВТ на вітчизняному обладнанні.

Розроблену методику дослідження можна використовувати для випробування інших рядних багатоплунжерних ПНВТ.

Встановлено, що при відсутності нового еталонного ПНВТ доцільно проводити випробування дизеля у навантажувальних режимах для визначення оптимального положення рейки ПНВТ.

Список літератури

1. Голубов О. С. Підвищення експлуатаційної надійності паливної апаратури автотракторних дизелів застосуванням багатофункціональної присадки до палива: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.22.20 / О. С. Голубов ; Нац. транспорт. ун-т. – К., 2012. – 19 с.
2. Model CY4102BZLQ-A Diesel engine. Operation manual. Dongfeng Chaoyang Diesel Co., Ltd.
3. Рубан Д. П. Поліпшення показників техніко-експлуатаційних властивостей автобусів малого класу : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.02 / Д. П. Рубан ; Нац. транспорт. ун-т. – К., 2012. – 145 с.

References

1. Golubov, A. S. (2012) The increase of operating reliability of fuel apparatus of motor-vehicle and tractor diesels by application of multifunction additive to fuel: thesis of the dissertation for Ph.D. scientific degree in 05.22.20 speciality. National Transport University. Kyiv, 19 p. [in Ukrainian].
2. Model CY4102BZLQ-A Diesel engine. Operation manual. Dongfeng Chaoyang Diesel Co., Ltd.
3. Ruban, D. P. (2012) The improvement of technical properties of small class buses: the dissertation for Ph.D. scientific degree in 05.22.20 speciality. National Transport University. Kyiv, 145 p.

D. P. Ruban, *Ph.D., associate professor*
Cherkasy State Technological University
Shevchenko blvd., 460, Cherkasy, 18006, Ukraine
ruban_dimon@mail.ru

H. Ya. Ruban, *senior lecturer*
Cherkasy State Business-College
Chornovil str., 243, Cherkasy, 18028, Ukraine
ganna-gaivoronsk@mail.ru

A. S. Golubov, *Ph.D., associate professor*
National University of Food Technologies
Volodymyrs'ka str., 68, Kyiv-33, 01601, Ukraine
glas_as@ukr.net

RESEARCH OF ZEXEL105118-7541 PETROLIFT OF HIGH PRESSURE

On buses which are made in Ukraine power aggregates from Japan or China are set. But producers of these power aggregates, in particular Isuzu, Dong Feng, not always give necessary technical documentation in full. In connection with it difficulties arise during their operation and repair. It concerns data for the regulation of systems of internal combustion engine given for adjusting. Operating reliability of diesel engines to a great extent depends on the work of fuel devices. That's why correct adjusting of petrolift of high-pressure is important. The least deviations from standard adjusting result in worsening of hauling-speed properties, fuel economy and ecological indexes. As a result of increase of cyclic serve of fuel a soot will rise, and at wrong limitation of maximal turns of detail of engine an overload will be tested. It results in engine resource reduction or its breakage.

The results of engineless stand tests of ZEXEL105118-7541 petrolift of high-pressure taking into account physical properties of diesel fuel are given. On the basis of experiment regulation descriptions are got, which are absent in technical documentation, namely: speed descriptions, cyclic supply dependences on turns at different positions of the lever of fuel supply change, cyclic supply dependences on turns at different positions of the rail. Also on the basis of experiment a chart of all-speed governor of frequency of diesel crankshaft is shown and described..

Keywords: *petrolift of high-pressure, diesel, cyclic supply, speed descriptions, ecological indices.*

Стаття надійшла до редакції 01.11.2014.

Рецензенти: Серьогін О. О., д.т.н., професор,
Пилипенко О. М., д.т.н., професор.