

Дмитриченко М.Ф., Гутаревич Ю.Ф., Тріфонов Д.М., Сирота О.В., Шуба Є.В.  
*Національний транспортний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПІДГРІВУ ПОВІТРЯ У ВПУСКНОМУ КОЛЕКТОРІ НА ПУСКОВІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ АВТОТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

В статті наведено результати досліджень впливу підігріву повітря на впуску на паливну економічність та пускові властивості дизеля. Об'єктом експериментальних досліджень є автотракторний дизель 4Ч 11,0/12,5 (Д-243). Для підігріву повітря на впуску використано тепловий акумулятор фазового переходу. В результаті досліджень встановлено, що підігрів повітря на впуску приводить до зменшення витрати палива та скорочення тривалості процесів пуску і прогріву.

**Ключові слова:** підігрів, дизель, процес прогріву, паливна економічність, тривалість пуску.

**Постановка проблеми.** Найбільш гострими в Україні на сучасному етапі її розвитку є проблеми ефективного використання енергоресурсів автомобільним транспортом та зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище, від вирішення яких значною мірою залежить рівень економічного і соціального розвитку суспільства, енергетичної незалежності та безпеки держави. Безперервно ведеться пошук нових заходів для підвищення енергоефективності двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ)? що дозволить економити значні обсяги енергії та зменшить їх вплив на екологію навколишнього середовища.

Автомобільний транспорт є головним джерелом забруднення атмосферного повітря міст шкідливими компонентами відпрацьованих газів (ВГ). Частка транспортних засобів в забрудненні повітря в містах сягає 70-90%, що створює великі зони, всередині яких екологічні нормативи забруднення повітря перевищено в декілька разів.

Склад ВГ автотранспорту залежить від типу двигуна, режиму роботи, технічного стану і якості палива. Токсичність відпрацьованих газів дизелів обумовлюється головним чином вмістом у ВГ оксидів азоту і сажі.

Великим резервом підвищення економічності двигуна та зменшення викидів ШР при експлуатації в умовах низьких температур є зменшення часу його прогріву при холодному пуску.

У випадку з машинами з дизелями труднощі запуску можуть виникнути навіть при невеликих негативних температурах: при них в'язкість палива різко збільшується, що значно ускладнює запуск двигуна. Під час прогріву дизеля за низьких температур навколишнього середовища погіршується паливна економічність та стабільність роботи двигуна.

Для вирішення даної проблеми застосовують різні заходи для полегшення та скорочення тривалості пуску та прогріву: установка спеціальних свічок запалювання, додавання в систему мащення бензину або використання спеціальних камер згоряння та інші.

Для поліпшення випаровування палива в умовах низьких температур також застосовуються такі методи: попередній підігрів палива, підігрів моторної оливи, підігрів впускного колектору, підігрів повітря на впуску, спеціальний впускний колектор для посилення турбулізації повітряного потоку та інші.

Поліпшити процес згоряння в дизелі під час прогріву в умовах низьких температур можна при підвищенні температури повітря у впускному колекторі, яке надходить у двигун. Підвищення температури повітря на впуску дозволяє забезпечити необхідну випаровуваність палива, яке вприскується до камери згоряння, тим самим підвищити легкість розпилювання та гомогенність паливоповітряної суміші в циліндрах двигуна. Це дозволить забезпечити надійний пуск двигуна та поліпшить паливну економічність дизеля в процесі прогріву.

Вплив сезонних умов експлуатації на паливну економічність автомобілів, концентрацію шкідливих речовин у відпрацьованих газах і надійність автомобілів в цілому досліджено в роботах багатьох авторів. До сезонних умов відносяться фактори, які періодично змінюються протягом року. Це, насамперед, кліматичні фактори.

Кліматичні фактори в різні періоди року визначаються температурою, вологістю повітря, атмосферним тиском, кількістю опадів, силою і напрямом вітру, тривалістю снігового покриву та ін. [1]. Низькі температури навколишнього повітря справляють істотний вплив на температурний режим

агрегатів автомобіля, насамперед двигуна і через його зміну на витрату палива. Найбільш повний аналіз впливу температури навколишнього повітря на витрату палива автомобілями наведено в роботах [2, 3, 4].

Як встановлено в роботі [5] витрата палива при зниженні температури навколишнього повітря збільшується на 10...30%. При цьому збільшення витрат палива пов'язане з підвищенням в'язкості палива, погіршенням його здатності до розпилення та випаровування і, як наслідок, його неповним згорянням.

Вплив цих факторів найбільшою мірою проявляється за роботи ДВЗ в режимах холодного пуску і подальшого прогріву, при цьому спостерігається значне зниження паливної економічності та підвищення викидів шкідливих речовин в продуктах згоряння, що обумовлено перш за все погіршенням умов для сумішоутворення і, як наслідок, до нестабільного складу паливоповітряної суміші, яка утворюється в циліндрах ДВЗ.

У залежності від пори року і температурних показників регіону експлуатації автомобіля, процентне співвідношення концентрацій шкідливих речовин від «холодного пуску і подальшого комбінованого прогріву» і «гарячого» автомобіля можуть перебувати в різних співвідношеннях. Для кліматичного району «помірно теплий» при розрахунках були отримані наступні співвідношення: в теплий період 5 – 95%, у холодний період 25 – 75% [5].

Таким чином, в умовах низьких температур експлуатації, погіршення теплового стану двигуна чинить значний вплив на збільшення витрат палива і, як наслідок, збільшення емісії шкідливих речовин у ВГ. Крім того, аналіз виконаних досліджень показав, що існує деяке оптимальне значення температури впускного повітря, при якому витрата палива мінімальна [2].

Одним з можливих шляхів поліпшення паливної економічності дизелів в режимах холодний пуск і прогрів та зменшення емісії шкідливих речовин у ВГ є забезпечення підігріву повітря, яке надходить в двигун та стабілізації температури на рівні +35...+45°C в подальшому.

**Метою** експериментальних досліджень є визначення впливу підігріву повітря у впускному колекторі дизеля на тривалість пуску та паливну економічність під час прогріву в режимі холостого ходу.

**Результати досліджень.** На кафедрі двигунів і теплотехніки Національного транспортного університету проведено дослідження впливу підігріву повітря на паливну економічність та пускові властивості дизеля. Об'єктом експериментальних досліджень є автотракторний дизель 4Ч 11,0/12,5 (Д-243), який показано на рис. 1.



Рис. 1. Загальний вигляд гальмівної установки з дизелем Д-243

Двигун встановлено на гальмівному стенді та обладнано всією необхідною вимірювальною апаратурою. Для підігріву повітря, що подається на впуск використано тепловий акумулятор фазового переходу (ТАФП).

Випробування проводили за температури навколишнього середовища 3 °С. Під час випробувань заміряли час запуску двигуна, частоту обертання колінчастого вала, тривалість прогріву в режимі холостого ходу та витрату палива за період і в процесі прогріву без підігріву повітря на впуску та з підігрівом.

Частоту обертання колінчастого вала дизеля вимірювали за допомогою цифрового тахометра ТЦ-3М ТУ 23.2.1604-83 № 2974. Тахометр з'єднаний з індуктивним датчиком, який реєструє проходження в безпосередній близькості від датчика зубців вінця маховика.

Контроль температури повітря на впуску, у впускному колекторі двигуна здійснювали портативним електронним термометром WSD10 з виносним датчиком.

Вимірювання витрати палива проводили ваговим методом за допомогою електронних ваг МЕРА ВМ 2/3. Час витрати палива вимірювали електронним секундоміром.

Для встановлення впливу підігріву повітря на впуску на час пуску двигуна в холодну пору року записували зміну частоти обертання колінчастого вала і час, який пройде з моменту увімкнення стартера до моменту стабільного samozапалювання палива і значного зростання частоти обертання вала двигуна (Рис.1). Під час пуску двигуна здійснювали відеозапис зміни частоти обертання двигуна, відображеної на екрані цифрового тахометра.

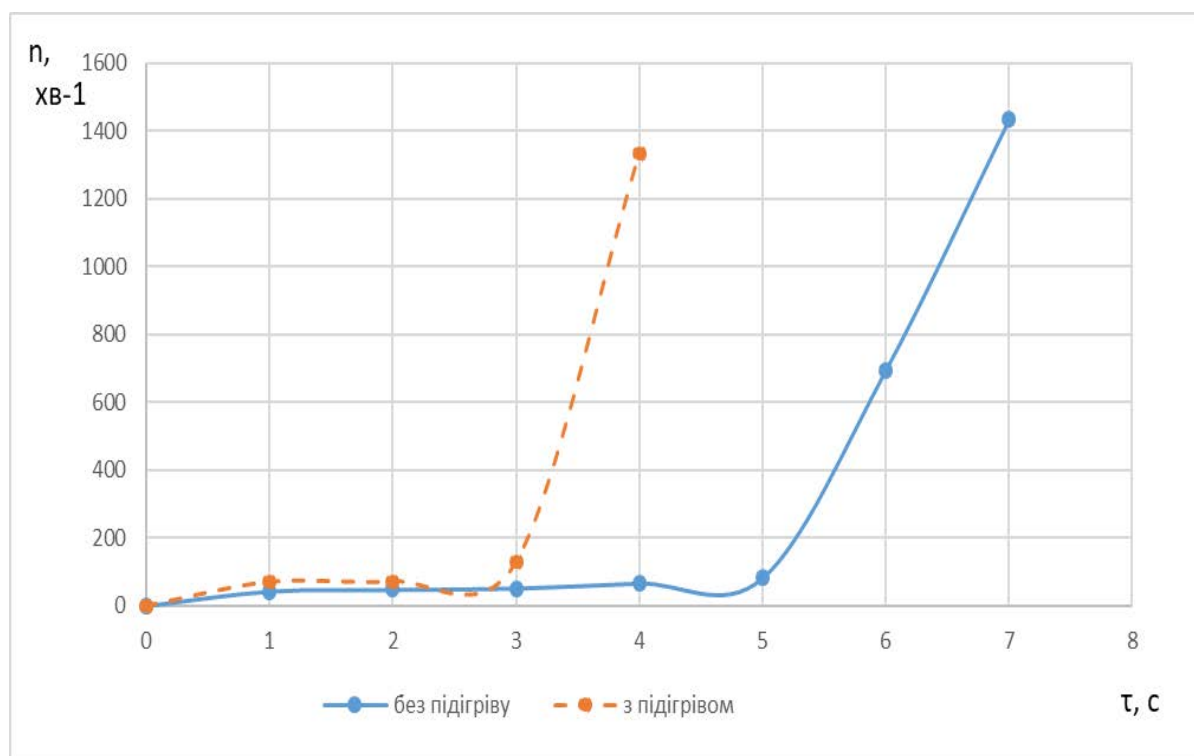


Рис. 2. Вплив підігріву повітря на впуску на час запуску дизеля Д-243

Як видно з рис. 2, при підігріві повітря на впуску час запуску двигуна скорочується на 3 секунди. Зокрема тривалість пуску дизеля без підігріву повітря на впуску становить 7 секунд, з підігрівом - 4 секунди, що підвищує надійність пуску непрогрітого двигуна в умовах низьких температур навколишнього середовища.

Прогрів двигуна виконували в режимі холостого ходу з частотою обертання колінчастого вала близько 875 хв<sup>-1</sup> до досягнення температури охолодної рідини  $t_{OP}$  28 °С. Подальше прогрівання двигуна в режимі холостого ходу недоцільне, оскільки після досягнення даного значення температура практично не змінюється, що свідчить про стабілізацію теплового режиму для режиму холостого ходу. Під час прогріву записували значення температури повітря, що подається на впуск двигуна, температури охолодної рідини і відпрацьованих газів та значення витраченого палива кожні 30 секунд.

Результати досліджень показані на рис. 3.

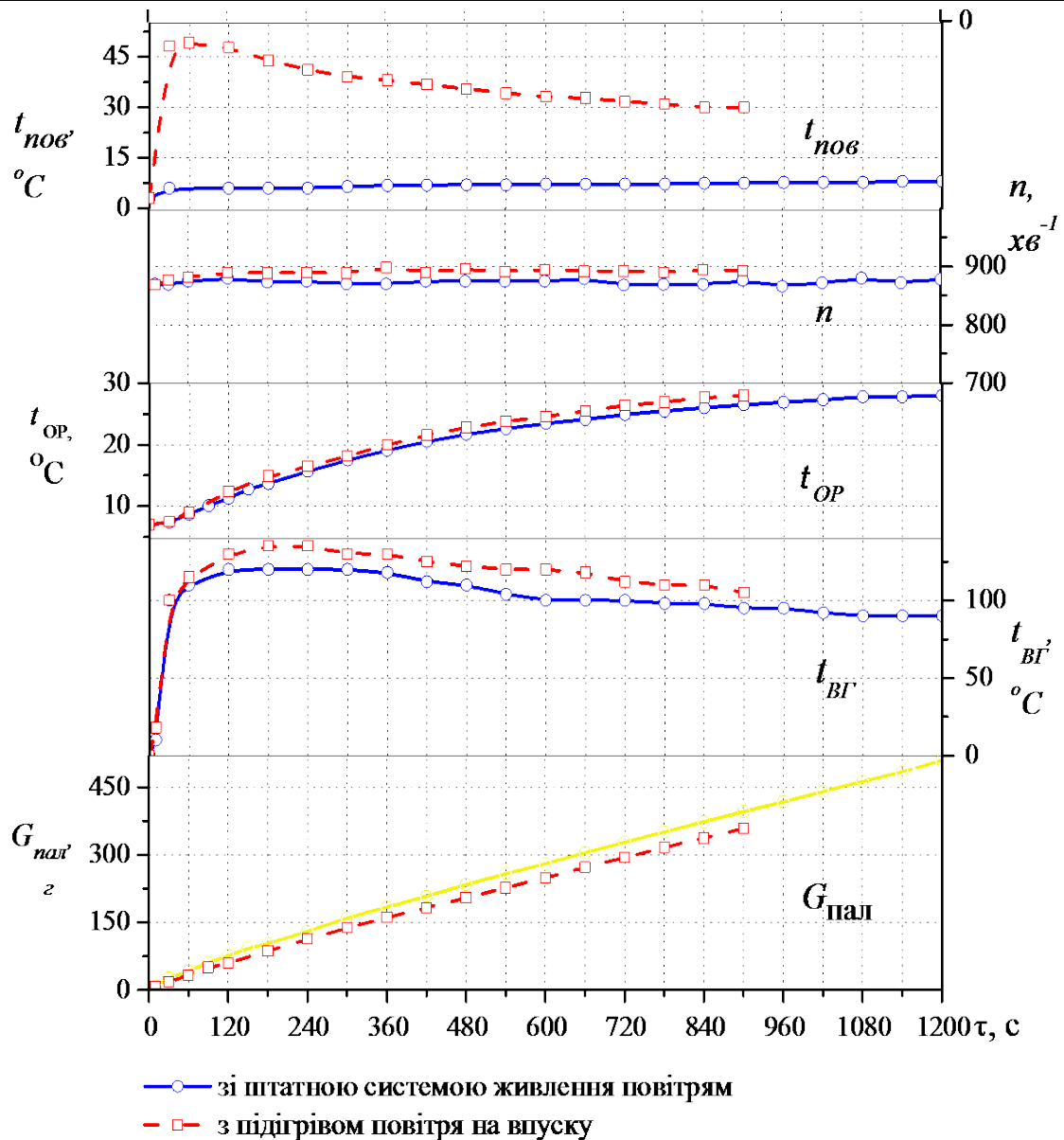


Рис. 3. Зміна параметрів роботи двигуна Д-243 від часу прогрівання в режимі холостого ходу

Як видно з рис. 3, час прогріву двигуна  $\tau$  з підігрівом повітря на впуску скорочується на 25 % з 1200 секунд без підігріву повітря до 900 секунд з підігрівом повітря на впуску. Витрата палива  $G_{пал}$  за період прогріву без підігріву повітря на впуску становить 509 грам, з підігрівом повітря на впуску – 358 грам. Економія палива в процесі прогріву становить 29,7 %. При використанні ТАПФ забезпечувалась температура повітря на пуску  $t_{нов}$  на рівні 30 – 45  $^{\circ}C$ , що сприяє більш інтенсивному прогріву двигуна. Температура повітря на впуску без підігріву становила 3  $^{\circ}C$ . Інтенсивність прогріву оцінювали по швидкості підвищення температури охолоджуючої рідини  $t_{оп}$ . З рисунку видно, що при підігріві повітря на впуску температура охолоджуючої рідини, починаючи з другої хвилини прогріву, підвищується більш інтенсивно. Разом з тим зростає температура відпрацьованих газів  $t_{вг}$ . За роботи дизеля з підігрівом повітря на впуску температура відпрацьованих газів починаючи з другої хвилини прогріву вище в середньому на 20  $^{\circ}C$ , ніж за роботи без підігріву.

**Висновки.** В результаті досліджень встановлено, що підігрів повітря на впуску при температурі навколишнього середовища близько 3  $^{\circ}C$  сприяє скороченню тривалості процесів пуску та прогріву дизеля. При підігріві повітря на впуску тривалість пуску непрогрітого двигуна скорочується на 3 секунди (з 7 до 4 секунд). Процес прогріву скорочується на 25 %. Зокрема, тривалість прогріву двигуна без підігріву повітря на впуску становить 1200 секунд, з підігрівом – 900 секунд. За рахунок скорочення тривалості процесу прогріву та поліпшення процесу згоряння в двигуні витрата палива зменшується на 29,7 % (з 509 до 358 г).



1. Канарчук В.Е. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств / Канарчук В.Е., Лудченко А.А., Курников И.П.: Учебник: В 3-х кн. – Кн. 1. Теоретические основы. Технология. – К.: Вища школа, 1991. – 359 с.
2. Резник Л.Г. Научные основы приспособленности автомобилей к условиям эксплуатации: Дис. д-ра техн. наук. – М., 1981. – 355 с.
3. Виленский Л.И. Исследование влияния низких температур окружающего воздуха на эксплуатационную топливную экономичность автомобиля: Дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 1979. – 197 с.
4. Говорушенко Н.Я. Автомобильное топливо. Как его экономить. – Харьков: Вища школа, 1979. – 144 с.
5. Шаталова Е.Е. Совершенствование оценки массовых выбросов загрязняющих веществ в отработавших газах автомобильного транспорта: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Шаталова Елена Егоровна. – Волгоград, 2007. – 16 с.

#### REFERENCES

1. Kanarchuk V.E. Tehnicheskoe obsluzhivanie, remont i hranenie avtotransportnykh sredstv [Maintenance, repair and storage of vehicles]. Kanarchuk V.E., Ludchenko A.A., Kurnikov I.P.: Uchebnik: V 3-h kn. – Kn. 1. Teoreticheskie osnovy. Tehnologiya. – K.: Vyischa shkola, 1991. – 359 s. [in Russian]
2. Reznik L.G. Nauchnyye osnovy prispособlennosti avtomobiley k usloviyam ekspluatatsii [Scientific bases of adaptation of cars to the operation conditions]: Dis. d-ra tehn. nauk. – M., 1981. – 355 s. [in Russian]
3. Vilenskiy L.I. Issledovanie vliyaniya nizkikh temperatur okruzhayushchego vozduha na ekspluatatsionnyuyu toplivnyuyu ekonomichnost avtomobilya [Study of the effect of low ambient temperature for operating the fuel efficiency of cars]: Dis. ... kand. tehn. nauk. – Tyumen, 1979. – 197 s. [in Russian]
4. Govoruschenko N.Ya. Avtomobilnoe toplivo. Kak ego ekonomit. [Automotive fuel. How to save money.] – Harkov: Vischa shkola, 1979. – 144 s. [in Russian]
5. Shatalova E.E. Sovershenstvovanie otsenki massovykh vybrosov zagryaznyayuschih veschestv v otrabotavshih gazah avtomobilnogo transporta [Improvement in the assessment of mass emissions of pollutants in the exhaust gases of motor transport: abstract.]: avtoref. dis. na soiskanie nauchn. stepeni kand. tehn. nauk: 05.22.10 «Ekspluatatsiya avtomobilnogo transporta» / Shatalova Elena Egorovna. – Volgograd, 2007. – 16 s.

**Дмитриченко Н.Ф., Гутаревич Ю.Ф., Трифонов Д.Н., Сирота А.В., Шуба Е.В. Исследование влияния подогрева воздуха во впускном коллекторе на пусковые свойства и топливную экономичность автотракторного дизеля.**

В статье приведены результаты исследований влияния подогрева воздуха на впуске на топливную экономичность и пусковые свойства дизеля. Объектом экспериментальных исследований является автотракторный дизель Д-243. Для подогрева воздуха на впуске использовано тепловой аккумулятор фазового перехода. В результате исследований установлено, что подогрев воздуха на впуске приводит к уменьшению расхода топлива и сокращению продолжительности процессов пуска и прогрева.

Ключевые слова: подогрев, дизель, процесс прогрева, топливная экономичность, продолжительность пуска.

**M. Dmytrychenko, Yu. Gutarevych, D. Trifonov, O. Syrota, Y. Shuba. Investigation of the effect of air heating in the intake manifold on the starting properties and fuel efficiency of an automotive diesel engine.**

In the article results of researches of influence of heating of air on an admission on fuel profitability and starting properties of a diesel engine are resulted. The object of experimental research is the diesel-powered diesel engine D-243. To heat the air at the inlet, a thermal phase transition battery is used. As a result of the research it was found that heating the air at the inlet leads to a reduction in fuel consumption and a shortening of the duration of the start-up and warm-up processes.

Keywords: heating, diesel, heating process, fuel efficiency, start-up time.

#### АВТОРИ

**ДМИТРИЧЕНКО Микола Федорович**, доктор технічних наук, професор, ректор Національного транспортного університету

**ГУТАРЕВИЧ Юрій Феодосійович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Національний транспортний університет

**ТРИФОНОВ Дмитро Миколайович**, старший викладач кафедри двигунів і теплотехніки, Національний транспортний університет

**СИРОТА Олександр Вадимович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри двигунів і теплотехніки, Національний транспортний університет

**ШУБА Євгеній Васильович**, кандидат технічних наук, асистент кафедри двигунів і теплотехніки, Національний транспортний університет

#### АВТОРЫ

**ДМИТРИЧЕНКО Николай Федорович**, доктор технических наук, профессор, ректор Национального транспортного университета

*ГУТАРЕВИЧ Юрий Феодосиевич*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой двигателей и теплотехники, Национальный транспортный университет

*ТРИФОНОВ Дмитрий Николаевич*, старший преподаватель кафедры двигателей и теплотехники, Национальный транспортный университет

*СИРОТА Александр Вадимович*, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры двигателей и теплотехники, Национальный транспортный университет

*ШУБА Евгений Васильевич*, кандидат технических наук, ассистент кафедры двигателей и теплотехники, Национальный транспортный университет

#### AUTHORS

*Mykola DMYTRYCHENKO*, Doctor of Science in Engineering, Professor, Rector of the National Transport University

*Yuriy GUTAREVYCH*, Doctor of Science in Engineering, Professor, Head of the Department of Engines and Heat Engineering, National Transport University

*Dmitri TRIFONOV*, Senior Lecturer, Department of Engines and Heat Engineering, National Transport University

*Alexander SIROTA*, PhD. in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Engines and Heat Engineering, National Transport University

*Yevgeniy SHUBA*, PhD. in Engineering, Assistant of the Department of Engines and Heat Engineering, National Transport University

Стаття надійшла в редакцію 27.04.2018 р.