

Гутаревич Ю. Ф., Корпач А. О., Карев С. В., Філоненко О. Д., Шуба Є. В.
Національний транспортний університет

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДОБАВОК ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ ДО ПОВІТРЯНОГО ЗАРЯДУ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ

Опрацьовані результати досліджень використання водневмісного газу на різних типах бензинових двигунів. Експериментально підтверджено та опрацьовано методику визначення підвищення паливної економічності двигунів з іскровим запалюванням та зворотнім зв'язком.

Ключові слова: паливна економічність, методика визначення

Вступ. Запаси нафти, а значить вуглеводневих палив, у світі зменшуються. Інтенсивно проводяться дослідження щодо використання альтернативних палив, які в майбутньому можуть повністю замінити вуглеводневі палива на автомобільному транспорті.

Дослідження ведуться в двох напрямках: вдосконалення існуючих конструкцій та систем двигунів та застосування альтернативних видів палив, зокрема в якості добавок до палив нафтового походження, отриманих з відновлюваних ресурсів. Одними з перспективних є сполуки, які містять водень. Він може бути, як самостійний елемент, так і складовою хімічних сполук і може використовуватись в якості високоенергетичного палива, або добавки до паливо-повітряних сумішей різних типів двигунів внутрішнього згорання. Водень є дуже вибухонебезпечним і зберігання та експлуатування його у великих кількостях на автомобілях суттєво знижує пожежну безпеку. Тому одним з напрямів застосування водню на автомобільному транспорті є використання різних установок отримання водневмісних газів (наприклад газ Брауна) шляхом електролізу водневих розчинів лугів або застосуванням теплової конверсії метанолу [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Роботи по використанню водневмісного газу (газу Брауна) для поліпшення паливної економічності двигунів з іскровим запалюванням і дизелів проводяться на кафедрі «Двигуни і теплотехніка» Національного транспортного університету. Газ добувають шляхом електролізу водного розчину КОН. Дослідження, проведені на двигуні з іскровим запалюванням, обладнаному карбюраторною системою живлення [2,3], показали, що добавка цього газу до повітряного заряду в кількості 4,3% відносно маси бензину покращує паливну економічність на 4-7% в залежності від режиму роботи двигуна.

Добавка газу впливає на вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна, як правило, призводить до зменшення оксиду вуглецю і вуглеводнів та зростання оксидів азоту. Подальші дослідження проводять на сучасних двигунах із системою впорскування бензину та зворотнім зв'язком, чим забезпечується стехіометричний склад паливо-повітряної суміші.

Мета досліджень: встановити вплив добавки водневмісного газу до повітряного заряду бензинового двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком. Розробити методику об'єктивної оцінки такого впливу на показники роботи двигуна.

Виклад основного матеріалу.

На кафедрі «Двигуни і теплотехніка» Національного транспортного університету продовжуються дослідження щодо впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду на паливну економічність різних типів бензинових двигунів. Проведена серія експериментальних випробувань щодо визначення впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність бензинового двигуна 6Ч 9,5/6,98 (OPEL C30NE) із системою впорскування палива та зворотнім зв'язком з різними типами електролізерів та різною продуктивністю. Це дає можливість використовувати різні відсоткові добавки та визначати оптимальні величини добавок водневмісного газу.

Для проведення досліджень обрано середню точку по частоті обертання та навантаженню за Європейським іздовим циклом (розрідження у впускному колекторі – 44 кПа, частота обертання колінчастого вала – 2000 хв⁻¹). Добавка водневмісного газу змінювалась від нуля до 15 л/хв., що близько 12% годинної витрати бензину для даного режиму роботи двигуна.

$$n_{\theta} = 2000 \text{ хв}^{-1}; \Delta P_k = 44 \text{ кПа}$$

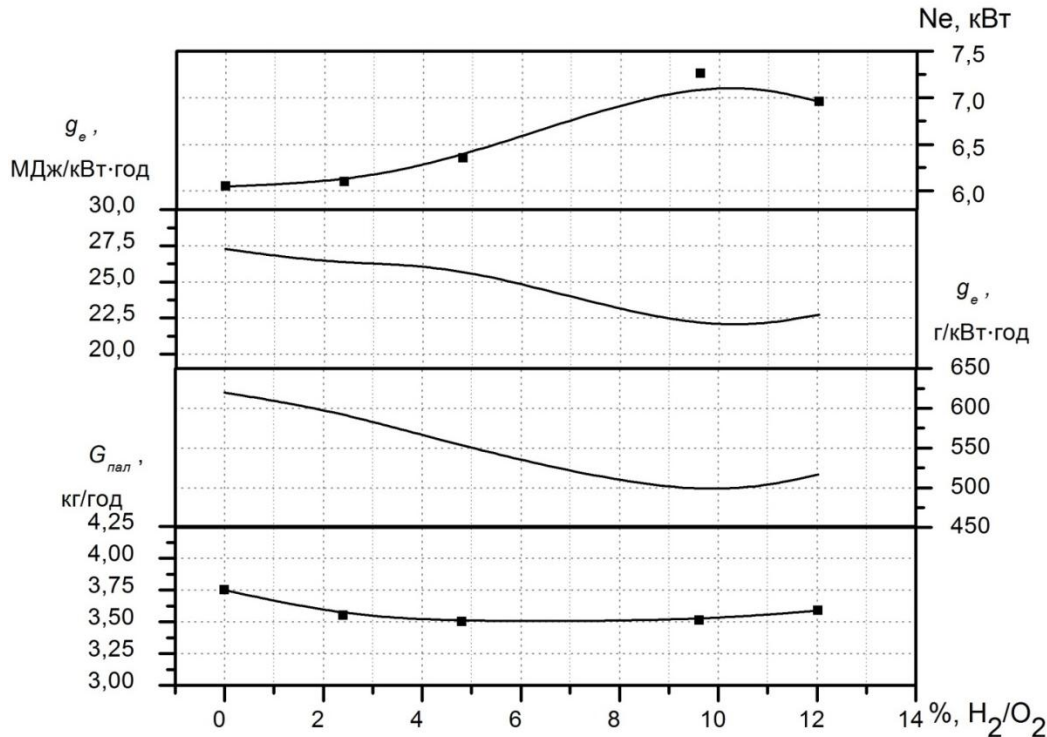


Рис. 1. Зміна показників роботи двигуна 6С 9,5/6,98 (OPEL C30NE) по мірі зростання величини добавки водневмісного газу.

На рис.1 показані залежності показників роботи двигуна від величини добавки водневмісного газу. Годинна витрата палива двигуна знижувалась зі збільшенням відсотку подачі водневмісного газу і при додаванні 6% відсотків водневмісного газу знизилась на 12%. При подачі 12% добавки водневмісного газу зменшення годинної витрати палива становило 9,8%. Додавання водневмісного газу більше 3% призвело до зростання потужності. Це свідчить про підвищення ефективності роботи двигуна. При використанні 9,6% добавки водневмісного газу потужність зросла на 20%. Подальше збільшення подачі водневмісного газу призвело до зменшення потужності. Так як вплив добавки на показники роботи двигуна неоднозначний, доцільно оцінювати ефективність за питомою витратою палива, визначеною в теплових одиницях (МДж/кг*год), при однаковій потужності. З рис. 1 видно, що питома ефективна витрата палива, виражена в масових і теплових одиницях знижується по мірі зростання добавки до 9,6 % водневмісного газу від маси палива.

Водневмісний газ отримували шляхом електролізу, на його отримання затрачувалась електрична енергія. Тому порівняння паливної економічності пропонується проводити наступним чином. За навантажувальною характеристикою будують залежності питомої ефективної витрати палива в теплових одиницях за роботи на бензині. Характерні точки, отримані при використанні різних величин добавок водневмісного газу, наносять на цю криву. По співвідношенню питомих витрат палива без добавки та з різними добавками газу оцінюють вплив водневмісного газу на паливну економічність двигуна, при однаковій потужності.

Затрати електричної енергії на отримання водневмісного газу встановлювались наступним чином. При відповідному значенні добавки газу розраховували питому затрату енергії g'_e в МДж/кВт*год за залежністю:

$$g'_e = \frac{U \cdot I \cdot 3600 \cdot 10^{-6}}{N_e}, \quad (1)$$

де U – напруга на електролізері, В;
 I – сила струму на електролізері, А;
 N_e – ефективна потужність двигуна, кВт.

На рис.2 показана залежність питомої затрати електричної енергії на отримання водневмісного газу від величини добавки. Щоб порівняння показників роботи двигуна на бензині та з різними відсотковими добавками було максимально коректним слід до питомої ефективної витрати палива, при використанні добавок водневмісного газу, додати також питомі затрати на отримання водневмісного газу.

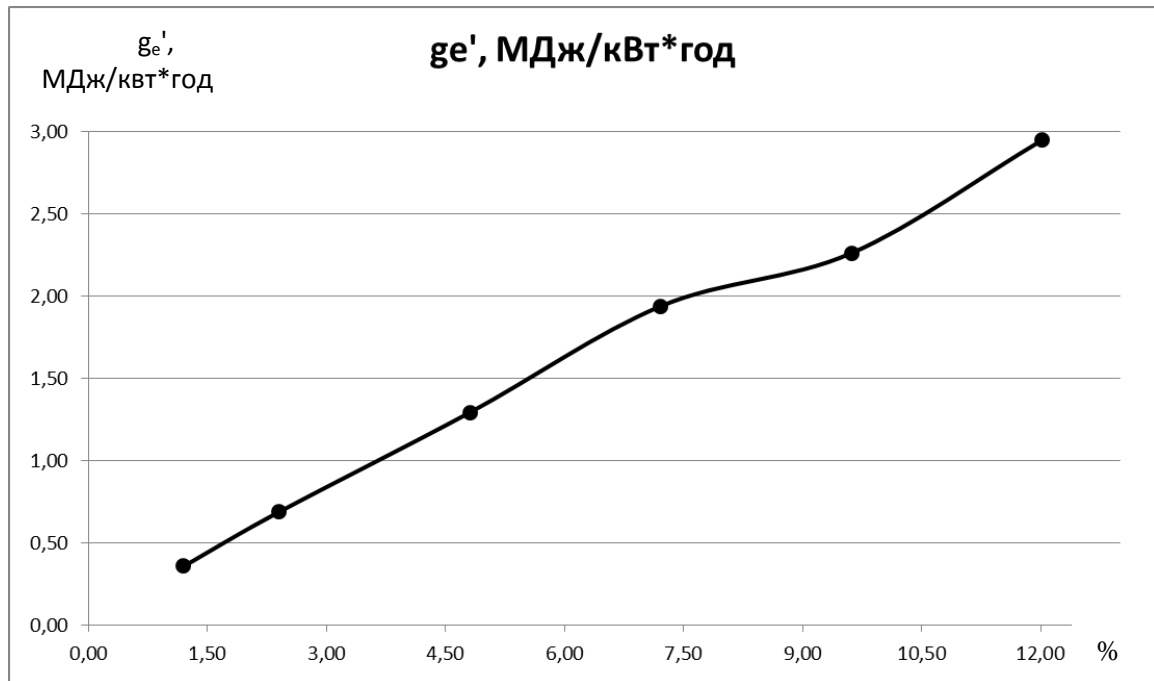


Рис. 2. Зміна питомої затрати електричної енергії в залежності від величини добавки водневмісного газу.

На рис. 3 наведено фрагмент навантажувальної характеристики, як залежність питомої витрати палива від потужності, визначена без добавки водневмісного газу. В цих же координатах нанесені величини питомої витрати палива (в МДж/кВт*год), отримані експериментально при різних добавках газу (нижня крива). Інтервал зміни потужності обрали такий, що охоплює всі значення потужності, отримані при застосуванні різних величин добавок водневмісного газу. Добавки газу змінювали від 2,4 % до 12% від маси палива. Як видно з показаних залежностей, добавка газу зменшує питому витрату бензину. При використанні 2,4% відсоткової добавки не відбулося зростання потужності, але питома витрата палива знизилась на 4% (без врахування затрат на добування водневмісного газу). Найбільше зменшення питомої витрати зафіксовано при використанні добавки у 9,6% і становить 11,9 % при одночасному зростанню потужності майже на 20%. Використання величини добавки водневмісного газу у розмірі понад 9,6% від маси палива є неефективним. При врахуванні затрат на отримання водневмісного газу питома витрата палива зростає (пунктирна лінія). Економія палива при 2,4% добавки становить 1,5%, при використанні 9,6% - 3%.

На рис.4 показані залежності ефекту (як зниження питомої витрати палива) від величини добавки, розраховані з використанням даних рис.3.

Зменшення питомої витрати палива без врахування енергії на отримання водневмісного газу складає при 2,4% добавці 4%, максимальне зниження отримано при 9.6% добавці – 11,9%, при 12% добавці спостерігається зниження ефекту – 9,1%. При врахуванні затрат електроенергії на отримання водневмісного газу питома витрата палива зростає, позитивний ефект зменшується. Такий ефект має місце в інтервалі добавок 2,4% - 9,6% від маси бензину і змінюється в межах 1,5 – 3,4%. При 12% добавці паливна економічність погіршується. Максимальна економія складає 3,4% при добавці газу 4,8%.

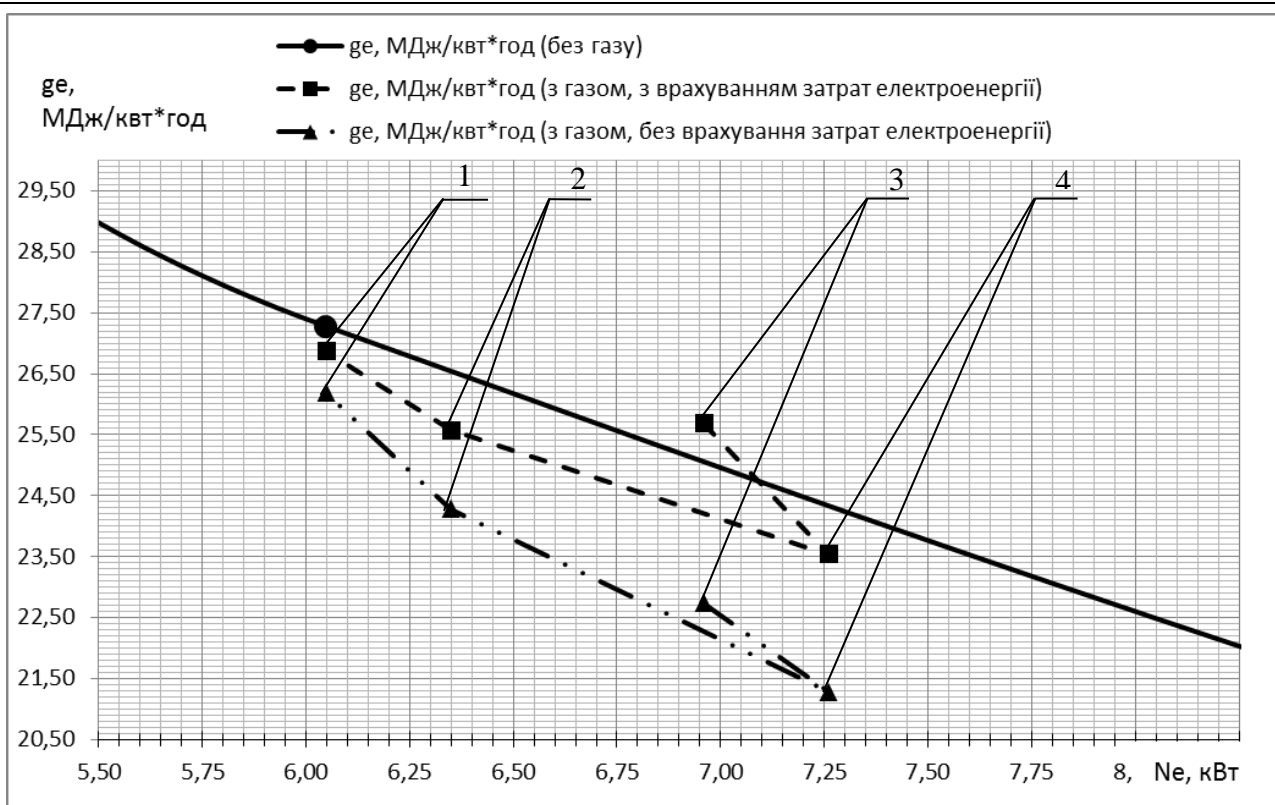


Рис. 3. Залежність питомої ефективної витрати палива двигуна 6C9,5/6,98 від навантаження при частоті обертання 2000 хв⁻¹

1 – 2,4% добавка водневмісного газу; 2 – 4,8% добавка водневмісного газу; 3 – 12% добавка водневмісного газу; 4 – 9,6% добавка водневмісного газу.

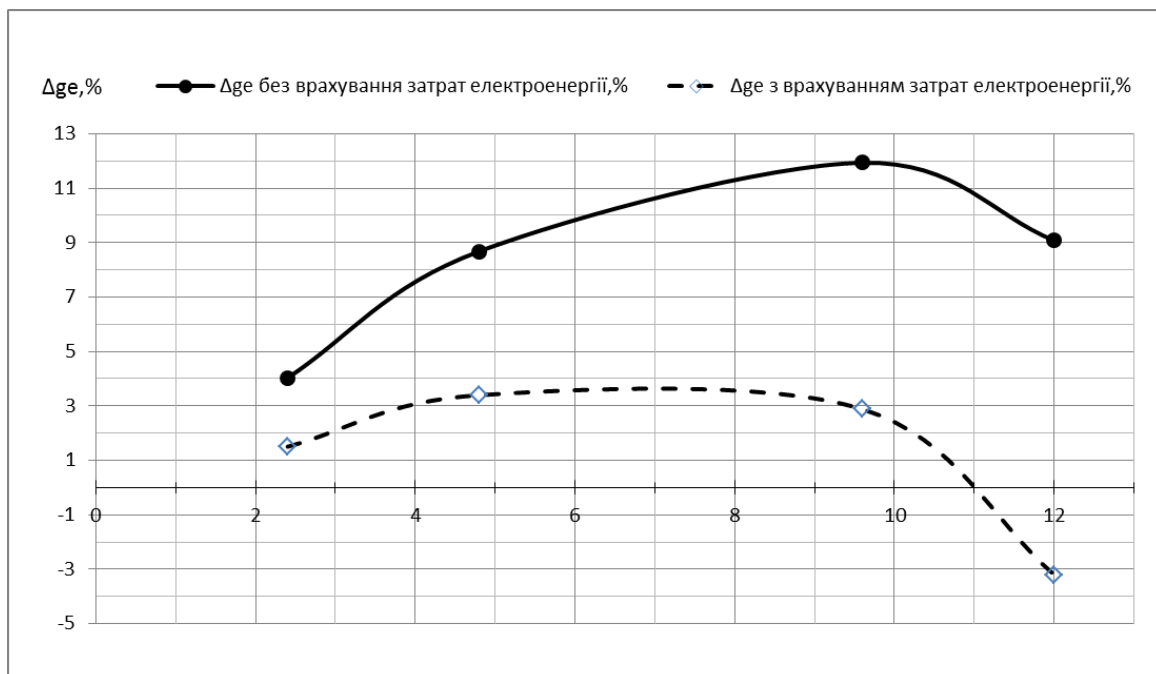


Рис. 4. Залежність відносної величини зменшення питомої витрати бензину

Висновок. В процесі експериментальних досліджень встановлено, що додавання водневмісного газу до повітряного заряду двигуна з іскровим запалюванням та системою розподіленого впорскування та зворотнім зв'язком дає змогу зменшити питому витрату палива. Для порівняння питома витрата палива була визначена у енергетичних одиницях. Це дає змогу врахувати

затрати електроенергії на електроліз. Порівняння можна вважати більш об'єктивним, якщо, окрім врахування затрат на добування водневмісного газу, проводити його за умов однакової потужності. Отримані дані є більш точними. Виходячи із проведених досліджень слід зазначити, що оптимальною відсотковою добавкою є 4-5% добавка водневмісного газу по масі палива. При цій добавці спостерігається найменша питома витрата палива, а затрати на процес електролізу не надто великі. Зниження питомої витрати палива складає приблизно 3%. При застосуванні більшої кількості водневмісного газу його ефект зменшуватиметься і в подальшому його застосування стане не вигідним.

1. В.М. Фомин, Р.Р. Хакимов, Д.В. Шевченко. Водород как химический реагент в кинетическом механизме образования углерода в дизеле / Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе» - № 3 (21) - 2011 г.- с.10-14

2. Гутаревич Ю.Ф. Вплив додавання суміші водню з киснем на паливну економічність і токсичність бензинового двигуна в режимі холостого ходу. / Ю. Ф. Гутаревич, А. О. Корпач, Є.В. Шуба, О. Д. Філоненко, І. В. Самойленко // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2014. – Вип. 30. С. 78-85.

3. Гутаревич Ю.Ф. Використання добавки водневмісного газу до повітряного заряду для покращення показників двигунів з карбюраторною системою живлення в режимах холостого ходу. / Ю. Ф. Гутаревич, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 31.

4. Гутаревич Ю.Ф. Вплив добавки водневмісного газу до повітряного заряду на паливну економічність бензинового двигуна із системою впорскування / Ю.Ф. Гутаревич, М.П. Цюман, Є.В. Шуба // Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukaszewicza Monografia pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy. Seria: Transport.- 2014.- № 5.- С. 149-154.

REFERENCES

1. Fomin, V., Hakymov, R. & Shevchenko, D. (2011). Hydrogen as a chemical reagent in the kinetic mechanism of formation of carbon in diesel. [Vodorod kak khimicheskii reagent v kineticheskom mekhanizme obrazovaniya ugleroda v dizele]. *International Science and Technology magazine "Alternative Fuel Transport"*. [International Science and Technology magazine "Alternative Fuel Transport"]. Vol. 3 (21). pp.10-14.

2. Gutarevych, Yu., Korpach, A., Shuba, E., Filonenko, A. & Samoilenko, I. (2014). The impact of adding a mixture of hydrogen and oxygen on fuel efficiency and toxicity of petrol engine at idle speed. [Vplyv dodavannya sumishi vodniu z kysnem na palyvnu ekonomichnist i toksychnist benzynovoho dvyhuna v rezhymy kholostoho khodu]. *Bulletin of the National Transport University*. Vol. 30. Kyiv, NTU Publ., pp. 78-85.

3. Gutarevych, Yu. & Shuba, E. (2015). Using additive of gas containing hydrogen to the air charge for improvement of indicators of engines with carburettor supply system at idle speed. [Vykorystannia dobavky vodnevemisnogo hazu do povitrianoho zariadu dlia pokrashchennia pokaznykiv dvyhuniv z karbiuratornoiu systemoiu zhyvleniia v rezhymakh kholostoho khodu]. *Bulletin of the National Transport University*. Vol. 31. Kyiv, NTU Publ.

4. Gutarevych, Yu., Tsyuman, M. & Shuba, E. (2014). *Influence of additive of gas containing hydrogen to the air charge on fuel efficiency of gasoline engine with injection system*. Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukaszewicza Monografia pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy. Seria: Transport. Vol. 5. pp. 149-154.

Гутаревич Ю.Ф., Корпач А.А., Карев В. Філоненко А.Д., Шуба Е.В. Эффективность добавки водородосодержащего газа к воздушному заряду бензиновых двигателей.

Пересмотренные результаты исследований с использованием водородосодержащего газа на различных типах бензиновых двигателей. Экспериментально проверено и обработано метод определения повышения топливной эффективности двигателей с искровым зажиганием и обратной связи.

Ключевые слова: топливная экономичность, метод определения

Yu. Gutarevych, A. Korpach, S. Karev, A. Filonenko, E. Shuba. Efficiency of additives hydrogen including gas to gasoline engine air charge.

Revised results of studies using hydrogen including gas on different types of gasoline engines. Experimentally verified and processed method of determination of increasing fuel efficiency of engines with spark ignition and feedback.

Keywords: fuel efficiency, a method of determining.

АВТОРИ:

ГУТАРЕВИЧ Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Двигуни і теплотехніка», Національний транспортний університет

КОРПАЧ Анатолій Олександрович, кандидат технічних наук, професор кафедри «Двигуни і теплотехніка», Національний транспортний університет

КАРЕВ Станіслав Володимирович, кандидат технічних наук, асистент кафедри «Двигуни і теплотехніка», Національний транспортний університет
ФІЛОНЕНКО Олександр Дмитрович, аспірант кафедри «Двигуни і теплотехніка», Національний транспортний університет
ШУБА Євгеній Васильович, аспірант кафедри «Двигуни і теплотехніка», Національний транспортний університет

AUTHORS:

Yuri GUTAREVYCH, Doctor of Science in Technology, Professor, Head of "Engines and Heating Engineering", National Transport University

Anatoly KORPACH, Ph.D., professor of "Engines and Heating Engineering", National Transport University

Stanislav KAREV, Ph.D., assistant professor of the department "Engines and Heating Engineering", National Transport University

Alexander FILONENKO, Postgraduate student of "Engines and Heating Engineering", National Transport University

Eugene SHUBA, Postgraduate student of "Engines and Heating Engineering", National Transport University

РЕЦЕНЗЕНТ:

САХНО В. П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри «Автомобілі», м. Київ, Україна.

REVIEWER:

Volodymyr SAKHNO, Doctor of Science in Engineering, Professor, National Transport University, Head of Automobiles Department, Kyiv, Ukraine.

Стаття надійшла в редакцію 14.05.2015р.