

УДК 614.846.63

ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДСНС ПРИ ВИКОНАННІ НИМИ ОПЕРАТИВНИХ ЗАДАЧ

О. М. ЛАРИН, С. В. ВАСИЛЬЄВ*, В. І ЦІОЛКОВСЬКИЙ

Кафедра ІмаАРТ, НУЦЗУ, м. Харків, Україна
*email: kalinovskiy.a@nuczu.edu.ua

АНОТАЦІЯ Обґрунтована можливість скорочення витрати палива за рахунок утилізації теплової енергії вихлопних газів пожежних автомобілів, за допомогою термоелектричних модулів, при подачі вогнегасних засобів для цілей пожежогашіння, під час обслуговування переважної кількості викликів. Теплова енергія вихлопних газів пожежного автомобіля, може бути використана для приведення в дію спеціального обладнання, що дозволить значно зменшити витрату палива.

Ключові слова: пожежний автомобіль, витрати палива, термоелектричний модуль, елемент Пельтьє, вихлопні гази, тепла енергія.

FUEL COSTS DOWN SPECIAL EQUIPMENT CIVIL SERVICE OF EMERGENCIES IN THE PERFORMANCE OF SURGICAL PROBLEMS

O. M. LARIN, S. V. KALYNOVSKY, V. I. TSIOLKOVSKIY

Department EandRE, NUCPU, Kharkiv, Ukraine

ABSTRACT The possibility to cut the petrol spendings has been substantiated by utilizing heat energy of exhaust gases emitted by fire trucks with the help of using thermoelectric modules for fire fighting equipment to put out the fire while servicing most of the calls. In the case of permanent water supply to some factors excluded (air resistance, overcoming slopes, losses in the suspension, rolling resistance), reduced transmission losses, there are costs for pump operation and increases cooling costs. The excess energy out of the exhaust gases of increasing its kinetic and potential energy. The thermal energy of exhaust gas that is about 50% of the energy of the exhaust gas corresponding to about 50kVt. Taking into account specific features of a fire truck and after analyzing its fuel and power balance we have calculated the excessive energy which is emitted into the air together with exhaust gases. Having analyzed thermoelectric modules displayed at the market, we calculated potential energy, which can be used for the work of electric search and rescue devices, lighting the workplace or in case of using mixed transmission pump this energy can be added to fire hose drive increasing fire fighting substances supply and therefore petrol spendings. The results of calculations may provide the work of another device to put out that fire extinguishing agents to increase feed by 50%. Or provide for extinguishing 22.5m. above without increasing fuel consumption. First substantiated quantity and quality supply of fire extinguishing appliances using hybrid drive pump. Entered further development of the study, the use of thermoelectric modules in a special fire technique to obtain electricity.

Keywords fire truck, fuel consumption, thermoelectric module, element Pyeltje, exhaust gases, thermal energy.

Вступ

Специфікою роботи оперативної техніки ДСНС є короткий проміжок часу слідування до місця події та великий проміжок часу стаціонарної роботи із спеціальним обладнанням (насосом) [1, 2, 3]. Встановлено, що основна частина витрат палива двигунами техніки ДСНС припадає на роботу з насосом. Цей агрегат може споживати достатньо велику потужність і тому його привід, зазвичай, здійснюється від двигуна базового шасі. Однак, у більшості випадків насос споживає значно меншу потужність, ніж у номінальному режимі роботи, тобто двигун працює не в оптимальному режимі, а паливо використовується не ефективно. Сучасні тенденції розвитку техніки спрямовані на зменшення витрат енергоносіїв для виконання тих чи інших операцій. Тому існує проблема підвищення загального

коефіцієнту корисної дії системи двигун-насос при подачі вогнегасних засобів в цілях пожежогашіння, вирішення якої дозволить зменшити витрати палива.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для вирішення зазначеної проблеми можливо застосовувати різноманітні методи по зменшенню витрат палива. Сюди відносять: застосування окремого двигуна потрібної потужності, застосування інших типів двигунів, використання інших конструктивно-нових двигунів, встановлення газобалонних установок [4]. Всі ці методи можливо застосувати теоретично. Враховуючи ті обставини, що парк техніки ДСНС не мінявся довгі роки, тобто 80% автомобілів радянського виробництва, то заміна їх двигунів не можлива з економічних причин, а

пропонує поетапна заміна вузлів і агрегатів є найбільш вигідною.

Враховуючи специфіку роботи аварійно-рятувального автомобіля та взявши до уваги те, що енергію від вихлопних газів двигуна внутрішнього згоряння можливо використати для живлення електродвигуна, гібридний привід пожежного насоса є найбільш вдалим методом для економії палива.

Таким чином, зменшення витрати палива а також зменшення викиду шкідливих речовин в атмосферу за рахунок утилізації вихлопних газів пожежних автомобілів є єдиним доцільним методом, котрий можливо запропонувати для реалізації підрозділами ДСНС в сьогоdnішніх умовах.

Мета роботи

Метою роботи є утилізації теплової енергії вихлопних газів основних пожежних автомобілів ДСНС при виконанні ними оперативного завдання по подачі вогнегасних засобів для цілей пожежогасіння під час обслуговування переважної кількості викликів.

Виклад основного матеріалу

Згідно статистики напрацювань [5], підрозділами ДСНС більшість пожеж ліквідується застосуванням одного або двох стволів «Б» (розхід 3,7 л/с) на протязі часу гасіння до 25 хв.

Розрахуємо потужність, яку реалізує пожежний насос при обслуговуванні цих викликів (по формулі Лейдермана):

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta}, \text{кВт} \quad (1)$$

де η - к.к.д. насоса; ρ - густина рідини, кг/м^3 ; Q - подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$; H - висота підйому рідини(напір), м.

$$N = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 7,4 \cdot 50}{1000 \cdot 0,62} = 5854 \text{Вт}$$

Використовуючи відоме співвідношення між обертами та потужністю відцентрового насоса

$$\frac{N_{\text{ПН}}}{N_{\text{ПНном}}} = \left(\frac{n}{n_{\text{ном}}}\right)^3 \quad (2)$$

де $N_{\text{ПНном}}$ - номінальна потужність пожежного насоса, $n_{\text{ном}}$ - номінальні оберти пожежного насоса, $N_{\text{ПН}}$ - потужність при обертах n , n - оберти пожежного насоса.

Розрахуємо оберти валу насоса, необхідні для забезпечення заданої потужності.

$$n = 2700 \cdot \sqrt[3]{\frac{5854}{56000}} = 1272 \text{об/хв.}$$

Виходячи з цього розрахуємо оберти двигуна пожежного автомобіля для забезпечення заданої потужності насоса за формулою:

$$n_{\text{ДВ}} = n \cdot i_{\text{КВП}}, \text{об/хв.} \quad (3)$$

$$n_{\text{ДВ}} = 1272 \cdot 1,176 = 1496 \text{об/хв.}$$

Визначимо витрату пального при роботі двигуна ЗІЛ-130 на цих обертах при сталому режимі [6].

$$Q = \frac{60 \cdot W \cdot V_{\text{ДВ}} \cdot n}{K_{\text{ДВС}}}, \text{г/год} \quad (4)$$

де W - питома втрата палива, $\text{г/об} \cdot \text{л}$; $V_{\text{ДВ}}$ - об'єм двигуна, л; n - оберти, об/хв. ; $K_{\text{ДВС}}$ - коефіцієнт, що визначає тип двигуна, 4-х тактний.

$$Q = \frac{60 \cdot 0,088 \cdot 6 \cdot 1496}{2} = 23696,64 \text{г/год}$$

Теплова потужність, що буде виділена при згорянні пального, розраховується за формулою (5)

$$Q_{\text{ЗП}} = \frac{c_{\text{п}} \cdot Q \cdot \eta}{3,6}, \text{кВт} \quad (5)$$

де: $c_{\text{п}}$ - теплота згоряння пального (42МДж/кг), Q - витрата пального, η - повнота згоряння пального (0,8)

$$Q_{\text{ЗП}} = \frac{42 \cdot 23,7 \cdot 0,8}{3,6} = 221,2 \text{кВт}$$

Паливо-енергетичний баланс пожежного автомобіля розподіляється наступним чином [7]: охолодження ДВЗ -34%, подолання опору повітря - 2,1%, подолання ухилів - 6,6%, втрати в підвісці - 10,8%, втрати в трансмісії - 3,1%, механічні і насосні втрати ДВЗ - 10%, випуск відпрацьованих газів -23%, привід додаткового обладнання -8%, подолання опору кочення - 2,4%.

У випадку стаціонарної роботи по подачі води ряд факторів виключається (опір повітря, подолання ухилів, втрати в підвісці, подолання опору кочення), втрати в трансмісії зменшуються, з'являються втрати на роботу насоса та збільшуються втрати на охолодження. Надлишок енергії (сумарно 45%) виходить з вихлопними газами, пропорційно збільшуючи його кінетичну і потенціальну (теплову) енергію, що для нашого випадку складає:

$$Q_{\text{ВГ}} = 0,45 \cdot Q_{\text{ЗП}}, \text{кВт} \quad (6)$$

$$Q_{\text{ВГ}} = 0,45 \cdot 221,2 = 99,54 \text{кВт}$$

Нас цікавить саме теплова енергія вихлопних газів, яка складає близько 50% всієї енергії вихлопних газів, що відповідно складає 50 кВт.

Пропонується проводити утилізацію цієї теплової енергії, яка до цього викидалась в атмосферу та направити її на привід насосного обладнання автомобіля, що розглядається. Для утилізації цієї енергії можливо використати термоелектричний перетворювач (Рис. 1), котрий працює за рахунок використання ефекту Зієбеку – електрогенеруючі модулі Пельте. Вони представляють з себе напівпровідниковий виріб, при пропусканні теплового потоку крізь який створюється ЕРС на його вивідних клемах. ЕРС пропорційна тепловому потоку та площі (кількості термоелектричних пар), а також якісному складу елементів приладу [8, 9, 10].

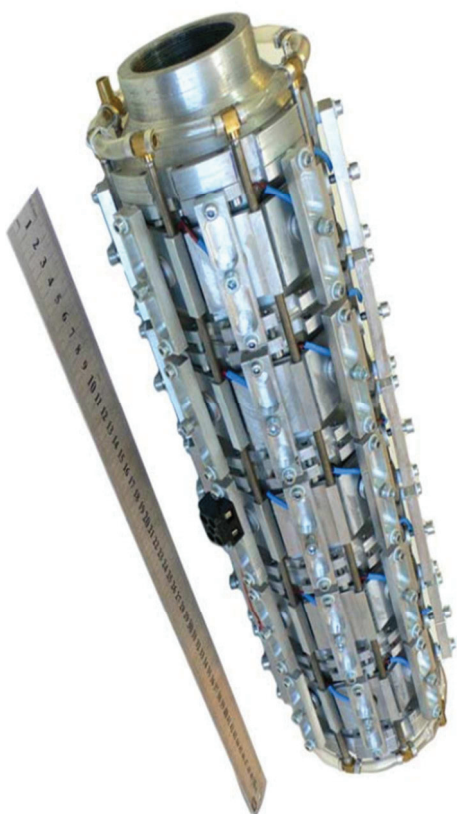


Рис. 1. – Термоелектричний перетворювач

Промисловість випускає різноманітні елементи Пельтьє, які працюють за одним принципом, однак конструктивно вони виконуються двох видів: генераторні та теплові. У таблиці 1 наведені основні параметри елементів Пельтьє, що можуть за своїми технічними характеристиками бути використані у якості теплоелектрогенератора, що утилізую енергію вихлопних газів [11, 12].

Таблиця 1. Основні параметри електрогенеруючих модулів Пельтьє

Показник	Алтек 1082	ТЕНР1-12656-0,3	Mars-45	ТГМ-31-2,8-3,5
1	2	3	4	5
Країна виробник	Україна	Китай	Росія	Росія
U, В	5,3	4,2	6,8	0,89
I, А	7,0	4,6	9,6	3,3
P, Вт	37,0	19,3	65	2,9
η, %	6,5	6,3	7,4	4,5
Габарити	a	90	56	260
	b	90	56	92
	h	4,0	4,0	30
T _{хол.ст.} , °C	30	30	70	
T _{гар.ст.} , °C	300	300	570	

Подібними або більш потужними елементами пропонується оснастити вихлопну систему пожежного автомобіля [13,14].

Розрахуємо електричну потужність яка може бути отримана з використання зазначених елементів при утилізації теплової енергії вихлопних газів.

$$N_{el} = 0,5Q_{вг} \cdot \eta_{II} \cdot \eta_{ТО}, \text{кВт} \quad (7)$$

де η_{II} – коефіцієнт корисної дії обраного модуля, $\eta_{ТО}$ – коефіцієнт корисної дії теплообмінника

$$N_{el} = 0,5 \cdot 99,54 \cdot 0,074 \cdot 0,8 = 2,95\text{кВт}$$

Отриману електричну енергію можливо використати для роботи електричного аварійно рятувального інструменту, освітлення місця роботи або, у разі використання комбінованої трансмісії насосу, додати цю енергію на привід пожежну насосу чим збільшити параметри подачі ним вогнегасячих речовин. Це буде аналогічно збільшенню потужності, що передається до насосу від ДВЗ тобто збільшенню кількості витрати палива.

Розрахуємо подачу насосу при збільшенні потужності що йому надається. Використовуючи формулу (1)

$$Q = \frac{1000\eta(N_{ДВЗ} + N_{ел})}{\rho \cdot g \cdot H}, \text{ л/с}$$

- де $N_{ДВЗ}$ - потужність що передається від двигуна внутрішнього згорання до насоса

$$Q = \frac{1000 \cdot 0,62(5854+2950)}{1000 \cdot 9,81 \cdot 50} = 11,1 \text{ л/с}$$

Розрахуємо тиск що буде створюватись насосом при збільшенні потужності

$$H = \frac{1000\eta(N_{ДВЗ}+N_{ел})}{\rho \cdot g \cdot Q}, \text{ м}$$

$$H = \frac{1000 \cdot 0,62(5854+2950)}{1000 \cdot 9,81 \cdot 7,4} = 75,1 \text{ м}$$

Тобто ми можемо забезпечити роботу ще одного приладу на гасіння таким чином збільшити подачу вогнегасних речовин на 50%. Або забезпечити гасіння на 22,5м. вище (підняти на 7 поверхів) без збільшення витрати палива.

Розрахуємо витрату палива двигуном для забезпечення цієї ж потужності. Для чого визначмо необхідні оберти валу насоса (з формули (2)) та оберти двигуна:

$$n = 1272 \cdot \sqrt[3]{\frac{5854+2950}{5854}} = 1454 \text{ об/хв.}$$

Оберти двигуна пожежного автомобіля для забезпечення заданої потужності насоса за формулою:

$$n_{ДВ} = 1435 \cdot 1,176 = 1710 \text{ об/хв.}$$

Розрахуємо витрату пального при роботі ЗИЛ-130 на цих обертах при сталому режимі роботи двигуна.

$$Q = \frac{60 \cdot 0,088 \cdot 6 \cdot 1688}{2} = 27086 \text{ г/год}$$

Тобто економія палива складає 3390 г/год, або близько 14%.

Висновки

Таким чином було наведено можливість утилізації теплової енергії вихлопних газів основних пожежних автомобілів ДСНС при виконанні ними оперативного завдання по подачі вогнегасних засобів для цілей пожежогасіння під час обслуговування переважної кількості викликів. Ця енергія може бути використана для приведення в дію спеціального

(насосного) обладнання, що дозволить значно зменшити витрати палива.

Список літератури

1. **Клюс, П. П.** Тактические возможности пожарных подразделений / **П.П. Ключ, В.Г. Палюх** // *Учебное пособие*. Харьков, ХПТУ-ХИСИ. – 199. – 383 с.
2. **Ларін О. М.** Пожежна та аварійно-рятувальна техніка. Частина I. Конструкції базових шасі та матеріали, які використовують при виготовленні пожежної та аварійно-рятувальної техніки. / **О.М. Ларін, М.І. Мисюра, Б.І. Кривошей, О.В. Воробійов** // *Навчальний посібник*. – Х.: УЦЗУ. – 2007. – 937 с.
3. **Иванов А. Ф.** Пожарная техника Ч.2 Пожарные автомобили. / **А.Ф. Иванов, П.П. Алексеев** // М. – 1988. – 287 с.
4. **Северин, Л. І.** Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.1: Захист атмосфери / **Л. І. Северин, В. Г. Петрук, І. І. Безвозюк, І. В. Васильківський** – Вінниця: ВНТУ. – 2010. – 363 с.
5. **Brushlinsky, N. N.** Word fire statistics / **N. N. Brushlinsky, J. R. Hall, S. V. Sokolov, P. Wagner** // *CTIF International association of fire and rescue services*. – 2014. – №19. – P. 19 - 59.
6. **Говорушенко, Н. Я.** Техническая эксплуатация автомобилей / **Н. Я. Говорушенко** // *Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те*. – 1984. – 312 с.
7. **Сергиенко, А. Н.** Рациональное использование энергии автомобиля с гибридной силовой установкой и электроамортизаторами: автореф. дис. на соисканиеуч. степени канд. техн. наук : спец. 05.22.02 «Автомобили и тракторы» / **А. Н. Сергиенко**. – Харьков. – 2014. – 30 с.
8. Інститут термоелектрики Національної академії наук України та Міністерства освіти і науки України в м. Чернівці [Електронний ресурс] : офіційний сайт. – Режим доступу – <http://ite.inst.cv.ua>.
9. **Wang Maohai** Simulation research on the application of thermoelectric waste heat recovery of internal combustion engine / **Maohai Wang, Thomas Josef Duan, Yangjun Zhang, Weilin Zhuge** // *In: Proceedings of the 14th international heat transfer conference*. – ІНТС14. – vol. 4. – 2010. – P. 865 - 71
10. **Thacher, E. F.** Testing of an automobile exhaust thermoelectric generator in a light truck / **E. F. Thacher, B. T. Helenbrook, M. A. Karri, C. J. Richter** // *J Automob Eng*. – 2007. – 221. – P. 95 - 107.
11. **Haidar, J. G.** Waste Heat Recovery from the Exhaust of Low-Power Diesel Engine using Thermoelectric Generators / **J. G. Haidar, J. I. Ghojel** // *Proc. 20th International Conference on Thermoelectrics*. Beijing, China. – 2001. – P. 413 - 417.
12. **Ribeiro, B.** A Survey on Electric/hybrid Vehicles” / **B. Ribeiro, F. P. Brito, J. Martins** // *Transmission and Driveline 2010 (SP-2291)*, SAE International Publ. – 2010. – P. 133 – 146. – ISBN 978-0-7680-3425-7.
13. **LaGrandeur, J.** Automotive waste heat conversion to electric power using skutterudite, TAGS, PbTe and BiTe / **J. LaGrandeur, D. Crane, S. Hung, B. Mazar, A. Eder** // *International conference on thermoelectric*. – 2006. – P. 343 – 48.
14. **Min Gao** Conversion Efficiency of Thermoelectric Combustion Systems / **Min Gao, D. M. Rowe** // *IEEE Transactions on Energy Conversion*. – 2007. – P. 22- 2.

Bibliography (transliterated)

1. **Kljus, P. P., Paljuh, V. G.** Takticheskie vozmozhnosti pozharnykh podrazdelenij. *Uchebnoe posobie. Har'kov, HPTU-HISI*, 1993, 383 p.
2. **Larin, O. M., Mysyura, M. I., Kryvoshey, B. I., Vorobyov, O. V.** Pozhezhna ta avariyno-ryatuval'na tekhnika. Chastyna I. Konstruktsiyi bazovykh shasi ta materialy, yaky vykorystovuyut' pry vyhotovlenni pozhehznoyi ta avariyno-ryatuval'noyi tekhniki. *Navchal'nyy posibnyk*, Kharkiv: UTsZU, 2007, 937 p.
3. **Ivanov, A. F., Alekseev, P. P.** Pozharnaja tekhnika Ch.2 Pozharnye avtomobili. Moskov, 1988, 287 p.
4. **Severyn, L. I., Petruk, V. H., Bezvozyuk, I. I., Vasy'l'kivs'kyu, I. V.** Pryrodookhoronni tekhnolohiyi. Navchal'nyy posibnyk. Ch.1: Zakhyst atmosfery. Vinnytsya: VNTU, 2010, 363 p.
5. **Brushlinsky, N. N., Hall, J. R., Sokolov, S. V., Wagner, P.** Word fire statistics, *CTIF International association of fire and rescue services*, 2014, **19**, 19 - 59.
6. **Govorushhenko, N. Ja.** Tehnicheskaja jekspluatacija avtomobilej. Kharkiv: Vishha shkola. Izd-vo pri Kharkiv unte, 1984, 312 p.
7. **Sergienko, A. N.** Racional'noe ispol'zovanie jenerгии avtomobilja s gibridnoj silovoj ustanovkoj i jelektroamortizatorami: avtoref. dis. na soiskanieuch. stepeni kand. tehn. nauk: spec. 05.22.02 «Avtomobili i traktory» / **A. N. Sergienko**. Kharkiv, 2014, 30 p.
8. Instytut termoelektryky Natsional'noyi akademiyi nauk Ukrayiny ta Ministerstva osvity i nauky Ukrayiny v m. Chernivtsi [Web]: <http://ite.inst.cv.ua>.
9. **Wang Maohai, Duan Thomas Josef, Zhang Yangjun, Zhuge, Weilin** Simulation research on the application of thermoelectric waste heat recovery of internal combustion engine. In: *Proceedings of the 14th international heat transfer conference IHTC14*, 2010, **4**, 865–81
10. **Thacher, E. F., Helenbrook, B.T., Karri, M. A., Richter, C. J.** Testing of an automobile exhaust thermoelectric generator in a light truck. *J Automob Eng*, 2007, **221**, 95–107
11. **Haidar, J. G., Ghojel, J. I.** Waste Heat Recovery from the Exhaust of Low-Power Diesel Engine using Thermoelectric Generators. *Proc. 20th International Conference on Thermoelectrics*, Beijing, China, 2001, 413-417.
12. **Ribeiro B., Brito, F. P., Martins, J.** A Survey on Electric/hybrid Vehicles. *Transmission and Driveline 2010 (SP-2291)*, *SAE International Publ.*, 2010, 133 – 146, ISBN 978-0-7680-3425-7.
13. **LaGrandeur, J., Crane, D., Hung, S., Mazar, B., Eder, A.** Automotive waste heat conversion to electric power using skutterudite, TAGS, PbTe and BiTe. *International conference on thermoelectric*, 2006, 343 - 48.
14. **Min Gao, Rowe, D. M.** Conversion Efficiency of Thermoelectric Combustion Systems. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 2007, 22- 2.

Відомості про авторів (About authors)

Ларін Олександр Миколайович – доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України, професор кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки, м. Харків, Україна, e-mail: O.M.Larin@gmail.com
Larin Aleksandr Nikolaevich - Doc. of Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Engineering and rescue equipment, National University of Civil Protection of Ukraine, city of Kharkov, Ukraine, e-mail: O.M.Larin@gmail.com
Васильєв Сергій Вікторович – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України, доцент кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки, м. Харків, Україна, e-mail: kalinovskiy.a@nuczu.edu.ua
Vasy'ev Sergey Viktorovich - Cand. of Sc (Eng.), Docent, Associate Professor of Department of Engineering and rescue equipment, National University of Civil Protection of Ukraine, city of Kharkov, Ukraine, e-mail: kalinovskiy.a@nuczu.edu.ua
Цюлковський Віталій Ігорович - Національний університет цивільного захисту України, ад'юнкт, м. Харків, Україна, e-mail: ts_vitalikr@ukr.net
Tsiolkovskiy Vitaliy Igorovich – adjunct, University of Civil Protection of Ukraine, city of Kharkov, Ukraine, e-mail: ts_vitalik@ukr.net

Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Ларін О. М. Зменшення витрати палива спеціальної техніки ДСНС при виконанні ними оперативних задач / **О. М. Ларін, С. В. Васильєв, В. І. Цюлковський** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2015. – № 62 (1171). – С. 23-27. – ISSN 2079-5459.

Please cite this article as:

Larin, A., Vasy'ev, S., Tsiolkovskiy, V. Fuel costs down special equipment civil service of emergencies in the performance of surgical problems. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. Kharkiv: NTU "KhPI", 2015, **62** (1171), 23 - 27, ISSN - 2079-5459.

Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Ларин А. Н. Уменьшение расхода топлива специальной техники ДСНС при выполнении ими оперативных задач / **А. Н. Ларин, С. В. Васильев, В. И. Цюлковский** // *Вестник НТУ «ХПИ»*, Серія: *Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2015. – № 62 (1171). – С. 23-27. – ISSN 2079-5459.

АННОТАЦИЯ Обоснована возможность сокращения расхода топлива за счет утилизации тепловой энергии выхлопных газов пожарных автомобилей, с помощью термоэлектрических модулей, при подаче огнетушащих средств для целей пожаротушения, при обслуживании подавляющего числа вызовов. Тепловая энергия выхлопных газов пожарного автомобиля, может быть использована для приведения в действие специального оборудования, что позволит значительно уменьшить расход топлива.

Ключевые слова пожарный автомобиль, расход топлива, термоэлектрический модуль, элемент Пельтье, выхлопные газы, тепловая энергия.

Надійшла (received) 12.12.2015