

5. Бочаров Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование : [учебник для студ. высш. учеб. Заведений] / Бочаров Ю.А. – М. : Издательский центр “Академия”, 2008. – 480 с.
6. Гулиа Н. В. Маховичные двигатели. – М. : Машиностроение, 1976. – 276 с.
7. Гулиа Н.В. Накопители энергии. – М. : Наука, 1980. – 312 с.
8. <http://formula1ru.livejournal.com/937.html>
9. http://www.formula1.com/inside_f1/understanding_the_sport/8763.html
10. Справочник по физике / [под ред. Б.М. Яворского. и А.А. Детлафа]. – М. : Наука, 1964. – 847 с.
11. Павловський М.А. Теоретична механіка : [підручник] / Павловський М.А. – К. : Техніка, 2002. – 512 с.
12. Справочник по электрическим машинам : в 2 т. Т. 2 / [под общ. ред. Копылова И.П., Клокова Б.К.]. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 688 с.

Надійшла 9.1.2011 р.

УДК: 629.3.014

О.В. БОРОВИК, О.Ю. ПОДОЛЯН

Національна академія Державної прикордонної служби України, м. Хмельницький

МОДЕЛЬ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ЗРАЗКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ВІДДІЛІВ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ ТА МОБІЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ОРГАНІВ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ

У статті розглядається питання розробки моделі витрат палива транспортними засобами в умовах функціонування, які характерні для регіонів дислокації кожного з відділів Державної прикордонної служби України, та обґрунтування на її основі вимог до окремих параметрів конструкції транспортних засобів підрозділів охорони кордону.

The article deals with the problem of designing the model of fuel consumption by functioning vehicles which are typical for the regions of stationing of department of the State Border Guard Service of Ukraine. Besides the authors have substantiated the principal requirements to the model in accordance with certain construction parameters of vehicles of border units.

Ключові слова: умови функціонування, ефективність, паливна економічність, параметри конструкції транспортних засобів, цільова функція витрат коштів, укомплектування.

Вступ. Забезпечення ефективної реалізації сучасної моделі охорони кордону потребує інтенсивного використання транспортних засобів (ТрЗ) в оперативно-службовій діяльності (ОСД) відділів прикордонної служби (ВПС) та мобільних підрозділів (МобП) органів охорони державного кордону (ООДК), оскільки останнє дозволяє підвищити мобільність сил і засобів прикордонного підрозділу та оперативність маневру при змінах обстановки [1]. Якісні властивості транспортних засобів ВПС і МобП впливають на показники ефективності ОСД прикордонних підрозділів [2]. Отже, технічні вимоги до ТрЗ підрозділів охорони кордону (ПОК) мають визначитися специфікою їх функціонування в умовах виконання завдань, які покладено на ці підрозділи.

Вирішення завдання удосконалення автотехнічного забезпечення діяльності ПОК передбачає комплектування парків даних підрозділів ефективними зразками ТрЗ. Логічно, що для цього необхідно провести оцінку ефективності окремих зразків ТрЗ з множини представлених виробниками на сучасному ринку і вибрати доцільні варіанти. У роботі [3] було обґрунтовано, що одним з критеріїв ефективності ТрЗ ПОК є їх здатність виконати весь обсяг завдань, які пов'язані з забезпеченням ОСД, при мінімумі витрат коштів. При цьому в ролі показників ефективності ТрЗ можуть бути прийняті характеристики, які визначені методом експертних оцінок і наведені в роботі [4]. Детальному аналізу окремих з них (прохідності, швидкості руху, запасу ходу) присвячена робота [5].

Разом з тим, з урахуванням вказаного критерію ефективності ТрЗ окремої уваги потребує питання паливної економічності транспортних засобів ВПС і МобП. Останнє досліджувалось багатьма вченими. Зокрема, особливості функціонування ТрЗ в умовах діяльності прикордонних підрозділів описані в роботах [2, 6-7], загальні принципи розрахунку показників витрат пального автомобілем знайшли відображення в [8-11]. Однак характер впливу параметрів конструкції на паливну економічність ТрЗ з урахуванням специфічних умов їх функціонування в ПОК у вказаних працях залишився поза увагою дослідників.

Саме тому, завдання обґрунтування вимог до показників, які впливають на паливну економічність зазначених ТрЗ, є актуальним.

Мета статті. Проведений аналіз вказує на необхідність розробки моделі витрат пального транспортним засобом, який функціонує в умовах, характерних для ВПС та МобП.

Результати дослідження. Представимо процес функціонування ТрЗ у ПОК у вигляді схеми відображеної на рис. 1, в якій: блок «У» характеризує умови функціонування ТрЗ і відповідні вимоги (обмеження) до якостей ТрЗ, які ними накладаються; блок «В» – якісні властивості ТрЗ, що обумовлені його конструкцією; блок «С» – витрати коштів відомства на забезпечення виконання даним ТрЗ покладених на

нього завдань з заданим рівнем ймовірності.



Рис. 1 Схема функціонування транспортних засобів підрозділів охорони кордону

Для визначення підходу для досягнення мети дослідження проаналізуємо кожен з блоків.

До вимог блоку «У» необхідно віднести:

а) вимоги щодо транспортної потужності зразка, необхідної для подолання опору його руху в процесі виконання завдань;

б) вимоги щодо технічної готовності зразка, необхідної для забезпечення виконання завдань;

в) обмеження щодо обсягу пального, яке може бути виділене органами логістики для забезпечення виконання завдань.

Якісні властивості зразка ТрЗ впливають на його здатність виконати покладене на нього завдання щодо забезпечення ОСД підрозділу, а також на величину витрат коштів відомства на забезпечення функціонування даного зразка.

Зазначені витрати коштів пов'язані з необхідністю придбання ТрЗ, підтримання його технічної готовності, забезпечення зразка ТрЗ всіма необхідними витратними матеріалами, паливом в обсягах, достатніх для виконання покладених на нього завдань, та виведення зразка з експлуатації з подальшою утилізацією (або реалізацією у народне господарство).

Аналіз матеріалів [12-14] дозволяє зробити висновок, що очікувані витрати коштів органами логістики на забезпечення використання ТрЗ у процесі охорони кордону розподіляться наступним чином: на придбання ТрЗ – до 10 %; на проведення робіт з підтримання ТрЗ у нормативно визначеному стані готовності до використання за призначенням – до 30 %; на придбання запасних частин і витратних матеріалів – до 5 %; на забезпечення ТрЗ паливом для здійснення його транспортної роботи – до 50 %; на виведення ТрЗ з експлуатації і його утилізацію – близько 5 % від загальної суми витрат за його життєвий цикл. З цього випливає, що найбільш значущим частковим вартісним показником ефективності ТрЗ ПОК є показник витрат коштів на забезпечення ТрЗ паливом (при умові гарантованого виконання ТрЗ визначених йому обсягів транспортної роботи).

Таким чином, для попереднього вибору з множини усіх марок ТрЗ тих, які потребуватимуть мінімальних витрат на забезпечення їх паливом в процесі виконання транспортної роботи ПОК пропонується розв'язувати наступну оптимізаційну задачу:

$$\begin{aligned} C_{Pi} &\rightarrow \min, \\ \frac{N_i}{N_{Oi \max}} &\geq 1, \end{aligned} \quad (1)$$

де C_{Pi} – показник витрат на забезпечення i -го ТрЗ підрозділу паливом для здійснення транспортної роботи, грн/100 км; N_i – транспортна потужність окремого i -го зразка ТрЗ, кВт; $N_{Oi \max}$ – максимальна потужність опору руху i -го зразка ТрЗ, кВт.

Обсяг витрат коштів на забезпечення ТрЗ паливом відповідно до [8] можна представити у вигляді:

$$C_{Pi} = q_i \cdot \frac{N_{Oicер}}{v_i} \cdot c_{Pi}, \quad (2)$$

де q_i – питомі витрати пального i -м ТрЗ при виконанні одиниці транспортної роботи, л/кВт·год; $N_{Oicер}$ – середнє значення потужності опору руху i -го зразка ТрЗ при русі на маршрутах, які проходять по ділянці відповідальності підрозділу, кВт; v_i – швидкість руху, яка є доцільною для i -го ТрЗ, при русі по ділянці відповідальності в процесі ОСД підрозділу, км/год; c_{Pi} – ціна сорту пального, яким заправляють i -й ТрЗ, грн/л.

З урахуванням цього задача (1) набуває вигляду:

$$\begin{aligned} C_{Pi} = q_i \cdot \frac{N_{Oicер}}{v_i} \cdot c_{Pi} &\rightarrow \min, \\ \frac{N_i}{N_{Oi \max}} &\geq 1, \end{aligned} \quad (3)$$

Для розрахунку питомих витрат пального на виконання одиниці транспортної роботи ТрЗ з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ), як правило, застосовують формулу [9]:

$$q = q_N \cdot k_\omega \cdot k_u, \quad (4)$$

де q_N – питомі витрати пального двигуном при роботі у режимі зовнішньої швидкісної характеристики з кутовою швидкістю колінчастого валу, яка відповідає максимальній його потужності, г/кВт·год;

k_ω – коефіцієнт пристосованості за кутовою швидкістю колінчастого валу двигуна; k_u – коефіцієнт використання потужності двигуна.

Але цей вираз має загальний характер і не відображає особливостей функціонування ТрЗ в ПОК. Тому для визначення паливної економічності ТрЗ, які застосовуються в умовах ВПС та МобП, формула (4) потребує детальнішого аналізу та відображення в ній параметрів умов експлуатації і конструкції ТрЗ.

Фізична суть процесу використання пального для виконання транспортної роботи полягає у перетворенні ДВЗ хімічної енергії запасеної в пальному у механічну роботу з переміщення певного вантажу з заданою швидкістю на місцевості, яка чинить опір руху ТрЗ. Величина витрат пального прямопропорційна опору руху ТрЗ і обернено пропорційна коефіцієнту корисної дії ТрЗ.

У подальшому розглядатимемо лише ТрЗ з бензиновими та дизельними двигунами. Питомі витрати пального такими двигунами при роботі в режимі зовнішньої швидкісної характеристики і максимальній потужності можна оцінити з табл. 1.

Таблиця 1

Питомі витрати пального двигуном при роботі у режимі зовнішньої швидкісної характеристики і максимальній потужності

Тип двигуна	Значення показника питомих витрат пального q_N , г/кВт·год
Бензиновий двохтактний (мотоциклетний)	600
Бензиновий чотиритактний (автомобільний)	250
Дизельний чотиритактний (автомобільний)	210

Згідно [10] значення коефіцієнтів k_ω та k_u для усіх типів ДВЗ рекомендовано визначати за емпіричними формулами:

$$k_\omega = 1,26 - 0,85 \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + 0,59 \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2, \quad (5)$$

$$k_u = b_1 - b_2 \cdot U + b_3 \cdot U^2, \quad (6)$$

де ω_e – поточне значення кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна, с⁻¹; ω_N – кутова швидкість обертання колінчастого валу двигуна при його роботі в режимі максимальної потужності, с⁻¹; b_1, b_2, b_3 – емпіричні коефіцієнти (див. табл. 2); U – ступінь використання потужності двигуна.

Таблиця 2

Значення емпіричних коефіцієнтів

Тип двигуна транспортного засобу	Значення коефіцієнтів					
	b_1	b_2	b_3	f_1	f_2	f_3
Бензиновий	2,74	4,65	2,91	0,7	1,6	1,3
Дизельний	1,65	2,3	1,65	0,6	1,4	1

Виразимо величини ω_e , U через показники якісних властивостей ТрЗ, параметри їх конструкції та параметри умов функціонування ТрЗ (параметр опору руху ТрЗ на маршрутах в межах ділянки відповідальності підрозділу).

З урахуванням того, що швидкість руху ТрЗ залежить від кутової швидкості обертання колінчастого валу двигуна, радіусу коліс ТрЗ і передавального числа трансмісії [10], її можна представити так:

$$v = \frac{\omega_e \cdot r}{u}, \quad (7)$$

де r – динамічний радіус колеса (для практичних розрахунків допускається використовувати близьке до нього значення статичного радіусу колеса [9]), м; u – загальне передавальне число трансмісії.

Тоді співвідношення $\frac{\omega_e}{\omega_N}$ матиме вигляд:

$$\frac{\omega_e}{\omega_N} = \frac{v \cdot u}{r \cdot \omega_N}. \quad (8)$$

Ступінь використання потужності двигуна є співвідношенням потужності опору руху ТрЗ та потужності, яка підведена до ведучих коліс ТрЗ [11]. Зважаючи на те, що частина ефективної потужності двигуна втрачається в агрегатах трансмісії ТрЗ, а транспортні засоби ВПС та МобП можуть експлуатуватись

в умовах, які сприяють зниженню ефективної потужності ДВЗ, то величину U доцільно представити у вигляді:

$$U = \frac{N_{Oicер}}{N_{ei0} \cdot \eta_{mp} \cdot c}, \quad (9)$$

де N_{ei0} – ефективна потужність двигуна i -го зразка ТрЗ, який працює в «ідеальних» умовах (на нульовій висоті відносно рівня моря при температурі повітря 15°C , кВт; η_{mp} – коефіцієнт корисної дії трансмісії (для ТрЗ підвищеної прохідності $\eta_{mp} \in [0,8;0,9]$, для неповнопривідних ТрЗ $\eta_{mp} \in [0,85;0,95]$); c – коефіцієнт втрат потужності двигуна ТрЗ в несприятливих умовах.

Для розрахунку середніх і максимальних значень потужності опору руху ТрЗ пропонується використати залежність, отриману з диференціального рівняння руху ТрЗ [9]:

$$N_{Oicер} = \Psi_{сер} \cdot G_{II} \cdot v_{сер} + k_n \cdot k_{zn} \cdot H \cdot B \cdot v_{сер}^3 + a_{сер} \cdot \frac{G_{II}}{g} \cdot v_{сер}, \quad (10)$$

$$N_{Oimax} = \Psi_{max} \cdot G_{II} \cdot v_{max} + k_n \cdot k_{zn} \cdot H \cdot B \cdot v_{max}^3 + a_{max} \cdot \frac{G_{II}}{g} \cdot v_{max}, \quad (11)$$

де $\Psi_{сер}, \Psi_{max}$ – середнє та максимальне значення коефіцієнту опору дороги; G_{II} – повна вага ТрЗ, Н; $v_{сер}, v_{max}$ – значення середньої (доцільної) і максимальної (допустимої) швидкості руху ТрЗ, м/с; k_n – коефіцієнт аеродинамічного опору руху ТрЗ; k_{zn} – коефіцієнт заповнення площі; H – габаритна висота ТрЗ, м; B – габаритна ширина ТрЗ, м; $a_{сер}, a_{max}$ – середнє та максимальне (як правило на першій або другій передачі) значення прискорення розгону, яке здатний розвинути зразок ТрЗ, м/с²; g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

При цьому використати наступні допущення:

Середнє значення коефіцієнта опору дороги доцільно визначати так:

$$\Psi_{сер} = y_1 \cdot \Psi_{cn}, \quad (12)$$

де Ψ_{cn} – сподіване значення коефіцієнту опору дороги при русі ТрЗ на підйом в досліджуваному регіоні; y_1 – емпіричний коефіцієнт (для транспортних засобів з ДВЗ $y_1 \in [0,55;0,6]$, для ТрЗ з гібридними силовими установками, які здатні акумулювати енергію гальмування $y_1 \approx 0,5$).

Середнє прискорення розгону для ТрЗ з усіма типами силових установок рівне:

$$a_{сер} = y_2 \cdot \delta_{cn} \cdot (y_3 \cdot a_{max}), \quad (13)$$

де δ_{cn} – сподіване значення коефіцієнта врахування обертових мас ТрЗ (для всіх типів ТрЗ $\delta_{cn} \in [1,05;1,1]$); y_2 – емпіричний коефіцієнт, $y_2 \in [0,3;0,35]$; y_3 – емпіричний коефіцієнт, $y_3 \in [0,45;0,5]$.

Середня швидкість руху максимально близька до значення безпечної (доцільної) швидкості руху ТрЗ.

Зменшення значень коефіцієнта зчеплення ведучих коліс ТрЗ при швидкостях руху, які характерні для ТрЗ ПОК, можна знехтувати, через їх малу величину.

Зазначені допущення базуються на результатах аналізу та співставлення статистичних даних щодо характеру транспортного потоку поданих у [13-14, 16] і тактичних вимог щодо показників руху ТрЗ окремих ПОК [15].

Визначення показників $\Psi_{сер}, \Psi_{max}, G_{II}, v_{сер}, v_{max}, k_n, k_{zn}, H, B, a_{сер}, a_{max}$ для кожного типу ТрЗ конкретних ПОК доцільно здійснювати за допомогою часткових методик та алгоритмів комплексної методики обґрунтування параметрів транспортного процесу підрозділів охорони кордону [15].

З [10] відомо, що значення ефективної потужності ДВЗ залежить від кутової швидкості обертання їх колінчастого валу:

$$N_{ei0} = N_{imax} \cdot \left[f_1 \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + f_2 \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 + f_3 \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \quad (14)$$

де N_{imax} – максимальна потужність двигуна i -го зразка ТрЗ (потужність, яку зазначено у технічній характеристиці даного зразка ТрЗ), кВт; f_1, f_2, f_3 – емпіричні коефіцієнти (див. табл. 2).

Для визначення коефіцієнта втрат потужності двигуна ТрЗ при змінах температури зовнішнього

середовища та висоти місцевості, на якій функціонує двигун, можна скористатися даними, що наведені на рис. 2 [8, 16-17]:

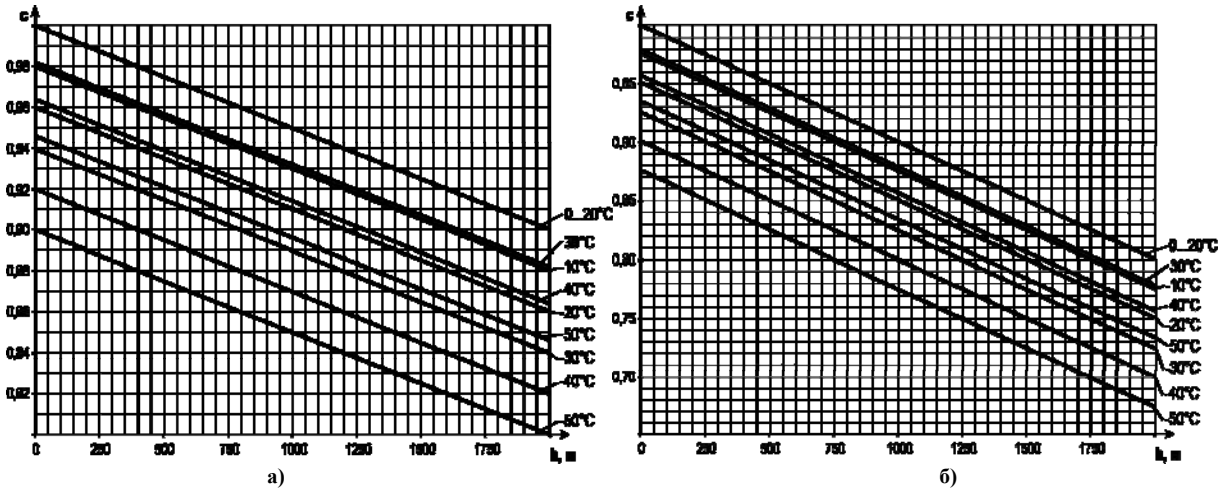


Рис. 2. Номограми для визначення коефіцієнту втрат потужності двигунів внутрішнього згорання ТрЗ, які працюють на висоті h над рівнем моря при певному значенні температури навколишнього повітря: а) бензинового; б) дизельного

Проведений аналіз дозволяє представити модель паливної економічності i -го зразка ТрЗ ПОК у наступному вигляді:

$$C_{Pi} = q_{Ni} \cdot \frac{1}{0,036 \cdot \rho_i} \left[1,26 - 0,85 \cdot \frac{v_i \cdot u_i}{r_i \cdot \omega_{Ni}} + 0,59 \cdot \left(\frac{v_i \cdot u_i}{r_i \cdot \omega_{Ni}} \right)^2 \right] \times$$

$$\times \left[b_1 - b_2 \cdot \frac{N_{Oicep}}{N_{ei0} \cdot \eta_{mp} \cdot c} + b_3 \cdot \left(\frac{N_{Oicep}}{N_{ei0} \cdot \eta_{mp} \cdot c} \right)^2 \right] \cdot \frac{N_{Oicep}}{v_i} \cdot c_{Pi} \rightarrow \min \quad (15)$$

де ρ_i – питома вага пального, кг/м^3 .

Цільова функція (15) отриманої моделі являє собою функцію витрат на закупівлю пального для забезпечення виконання транспортної роботи окремим ТрЗ ПОК залежно від окремих параметрів конструкції і показників якісних властивостей ТрЗ.

У результаті аналізу конструкцій сучасних ТрЗ було встановлено діапазони раціональних значень окремих показників якісних властивостей ТрЗ та параметрів їх окремих елементів, зокрема: передавальних чисел агрегатів трансмісії, радіусів коліс, кутів швидкостей обертання колінчастого валу двигуна, коефіцієнтів вантажопідйомності, потужності двигуна тощо. Урахування цього дозволяє формувати системи обмежень для моделей витрат коштів на забезпечення паливом кожного з основних типів транспортних засобів ВПС та МобП. Приклад однієї з систем обмежень обґрунтованої моделі (для легкових ТрЗ підвищеної прохідності, вантажопідйомністю до 7500 Н з бензиновим двигуном) подано у наступному вигляді:

$$\begin{aligned}
& N_{i \max} \cdot \eta_{mp} \cdot \left[0,7 \cdot \frac{v_{i \text{доу}} \cdot u_i}{r_i \cdot \omega_{Ni}} + 1,6 \cdot \left(\frac{v_{i \text{доу}} \cdot u_i}{r_i \cdot \omega_{Ni}} \right)^2 + 1,3 \cdot \left(\frac{v_{i \text{доу}} \cdot u_i}{r_i \cdot \omega_{Ni}} \right)^3 \right] \cdot c \\
& \frac{\Psi_{\text{сеп}} \cdot \left(\frac{7,5}{k_{Bi}} + 7,5 \right) \cdot v_{i \text{сеп}} + 0,03 \cdot 0,7 \cdot (1,41 + r_i) \cdot \left(0,00002 \cdot \frac{7,5}{k_{Bi}} + 1,47 \right) \cdot v_{i \text{сеп}}^3 + a_{\text{сеп}} \cdot \frac{\left(\frac{7,5}{k_{Bi}} + 7,5 \right)}{g} \cdot v_{i \text{сеп}}}{N_{i \max} \cdot \eta_{mp} \cdot \left[0,7 \cdot \frac{v'_{i \max} \cdot u'_i}{r_i \cdot \omega_{Ni}} + 1,6 \cdot \left(\frac{v'_{i \max} \cdot u'_i}{r_i \cdot \omega_{Ni}} \right)^2 + 1,3 \cdot \left(\frac{v'_{i \max} \cdot u'_i}{r_i \cdot \omega_{Ni}} \right)^3 \right] \cdot c} \geq 1; \\
& \frac{\Psi_{\text{max}} \cdot \left(\frac{7,5}{k_{Bi}} + 7,5 \right) \cdot v'_{i \max} + 0,03 \cdot 0,7 \cdot (1,41 + r_i) \cdot \left(0,00002 \cdot \frac{7,5}{k_{Bi}} + 1,47 \right) \cdot v'_{i \max}^3 + \delta_{\text{max}} \cdot a_{\text{max}} \cdot \frac{\left(\frac{7,5}{k_{Bi}} + 7,5 \right)}{g} \cdot v'_{i \max}}{0 \leq \frac{v_{i \text{доу}} \cdot u_i}{r_i \cdot \omega_{Ni}} \leq 1; \quad (16)} \\
& 0 \leq \frac{v'_{i \max} \cdot u'_i}{r_i \cdot \omega_{Ni}} \leq 1; \\
& 30 \leq N_{i \max} \leq 90; \\
& 12,5 \leq v_{i \text{доу}} \leq 16,7; \\
& 3 \leq u_i \leq 12; \\
& 0,36 \leq r_i \leq 0,4; \\
& 420 \leq \omega_{Ni} \leq 550; \\
& 0,35 \leq k_{Bi} \leq 0,4; \\
& 2,5 \leq u'_i \leq 4,5; \\
& 3 \leq v'_{i \max} \leq 3,5.
\end{aligned}$$

Відшукування мінімуму цільової функції (15) аналітичними методами пов'язане зі значними обчислювальними труднощами. Це пояснюється обмеженими можливостями аналітичних методів теорії оптимізації. Тому розв'язування такої задачі пропонується здійснювати чисельними методами на основі використання сучасного математичного програмного забезпечення, зокрема MathCad, Maple чи Matlab.

Слід зауважити, що незважаючи на те, що проведені міркування стосувалися ДВЗ, вони можуть бути застосовані до інших типів двигунів і силових установок ТрЗ, наприклад, працюючих на горючих газах, електродвигунів, гібридних силових установок.

Висновок. Таким чином, результати проведеного дослідження дозволяють аналізувати параметри конструкції кожного з типів ТрЗ конкретних ПОК з урахуванням умов паливної економічності виконання завдань ОСД, та обґрунтовувати технічні вимоги до зразків транспортних засобів ВПС і МобП з метою забезпечення ефективного комплектування їх парків. Останнє являє собою напрями подальших досліджень.

Література

1. Суботін В.О. Сучасна модель охорони державного кордону підрозділами Державної прикордонної служби та завдання щодо її впровадження в практику / В.О. Суботін / Тези доповіді.
2. Лантвойт О.Б. Методики оценки эффективности текущего ремонта и рационального обновления парка автомобилей многоцелевого назначения Государственной службы Украины: дис., канд. техн. наук. 20.02.14 / О.Б. Лантвойт. – Хмельницький, 2004. – 193 с.
3. Подолян О.Ю. Сучасні вимоги до автотехнічного забезпечення оперативно-службової діяльності підрозділів охорони державного кордону / О.Ю. Подолян // Збірник наукових праць № 50. Частина II / Гол. ред. Олексієнко Б. М. – Хмельницький: Вид-во Нац. ак. Держ. прик. сл. Укр. ім. Б. Хмельницького, 2010. – С. 59–62.
4. Подолян О.Ю. Вибір показників якості транспортних засобів, значимих для ефективної оперативно-службової діяльності підрозділів органів охорони державного кордону / О.Ю. Подолян // Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових формувань України (Хмельницький, 20 листопада 2009 року): Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конф [серія: Військово-технічні науки] / НАДПСУ. – Хмельницький: Вид-во. НАДПСУ, 2009. – С. 94–96.
5. Подолян О.Ю. Обґрунтування технічних вимог до окремих показників якісних властивостей транспортних засобів підрозділів охорони державного кордону з урахуванням специфічних умов їх функціонування / О.Ю. Подолян // Збірник наукових праць № 54. Частина II / Під. ред. Олексієнко Б. М. – Хмельницький: Вид-во Нац. ак. Держ. прик. сл. Укр. ім. Б. Хмельницького, 2010. – С. 63–71.
6. Коломійчук С.В. Разработка методики выборки автомобилей многоцелевого назначения для

обеспечения оперативно-служебной деятельности ПВУ с учетом их ремонтпригодности: дис. канд. техн. наук. 20.02.14 / С.В. Коломійчук. – Хмельницький: АПВУ, 1998. – 236 с.

7. Остапешевський С.А. Методика вибору грузових і спеціалізованих автомобілів для комплектування подразделений матеріального забезпечення Пограничних військ України: дис., канд. техн. наук. 20.02.14 / С.А. Остапешевський. – Хмельницький, АПВУ, 2002. – 196 с.

8. Гашук П. М. Ідентифікація й нормування потенціалу автомобіля: [монографія] / П.М. Гашук, М.В. Дубно, О.Ф. Нефьодов. – Львів: Тріада ПЛЮС, 2007. – 240 с. – 52 іл., 24 табл.

9. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: [навчальний посібник] / А.П. Солтус. – К.: Арістей, 2006. – 176 с.

10. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів: навчальний посібник / В.І. Сирота – Арістей, 2005. – 280 с.

11. Артамонов М. Д. Основи теорії і конструкції автомобіля: [учебник для техникумов] / М. Д. Артамонов, В. А. Иларионов, М. М Морин / [изд. 2-е, перераб.]. – М.: "Машиностроение", 1974. – 288 с.

12. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: [підручник для студ. вищих навч. закл.] / О.А. Лудченко. – К.: Вища школа, 2007. – 527 с.

13. Форнальчик Є. Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: [навчальний посібник] / Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Пельо Р.А. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.

14. Кузнецов Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей / Е. С. Кузнецов – М.: Транспорт, 1991. – 412 с.

15. Обґрунтування критеріїв відповідності експлуатаційних властивостей транспортних засобів умовам їх застосування у підрозділах охорони кордону: звіт про НДР № 010-0001А. – Хмельницький: ДПСУ, 2011. – 227 с.

16. Справочная энциклопедия дорожника. Том II. Ремонт и содержание автомобильных дорог / [В.К. Апестин, В.И. Баловнев, В.Д. Белов и др.]; Под редакцией А. П. Васильева. – Москва 2004. – Режим доступу: <http://www.gostrf.com/Basesdoc/51/51537/index.htm>.

17. Дизельные генераторы: [электронный ресурс]. – Режим доступу: <http://www.energodom.ru>.

Надійшла 20.1.2011 р.

УДК 628.88

В.В. ДЖЕДЖУЛА, Н.М. СЛОБОДЯН
Вінницький національний технічний університет

ЕНЕРГОАУДИТ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Розглянуто основні енергетичні потоки в промислових підприємствах. Запропоновано алгоритм проведення енергетичного аудита та заходи зменшення енерговитрат промислових підприємств у системах опалення, вентиляції та кондиціювання повітря.

The basic power streams in the industrial enterprises are considered. It is offered algorithm of carrying out of power audit that actions for decrease in power consumption of the industrial enterprises in systems of heating, ventilation and air conditioning.

Ключові слова: енергоаудит, промислові підприємства, вентиляція

Вступ. Аналіз проблеми.

Зростання вартості енергоносіїв та зменшення їх запасів на Землі спонукають до переосмислення відношення до енергоспоживання та впровадження заходів з енергозбереження в житловому секторі, на виробництві та у інших сферах людського життя. Україна задовольняє свої потреби у паливі лише на 43 %, що ставить економіку країни в залежність від вартості імпортованих енергоносіїв. Для зменшення нерационального споживання енергоресурсів владою було прийнято ряд законів та державних програм [1–5]. Першочерговою задачею правильного вибору енергозберігаючих заходів є енергетичне дослідження підприємства та вироблення рекомендацій щодо мінімізації енергоспоживання.

Метою даної статті є дослідження енергетичних потоків на промислових підприємствах, розробка алгоритму проведення енергетичного аудита та визначення заходів зменшення енерговитрат промислових підприємств в системах опалення, вентиляції та кондиціювання повітря.

Результати дослідження

Споживання енергії в житловому секторі і на виробництві є різним. Для житлових будинків характер розподілу наведено на рис. 1. На опалення і вентиляцію витрачається 72 % всіх енергоресурсів, на гаряче водопостачання – 12 %, на приготування їжі – 9 %, електроприлади і освітлення споживають – 7 %. Ці дані є усередненими

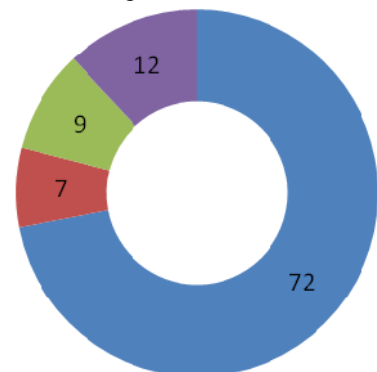


Рис. 1. Розподіл енергоспоживання житловими будинками