

М.Є. СЕРГІЄНКО, М.І. ПАСТУЩИНА, О.В. КОСАРЕВ

ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ПОТУЖНОСТІ ДВЗ АВТОМОБІЛЯ НА ПРИВІД НАВІСНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розглянуто витрати потужності ДВЗ на навісне обладнання для підвищення ефективної енергії двигуна внутрішнього згорання та автомобіля з метою покращення тягово-динамічних показників та паливної економічності при розгоні, сталій швидкості руху, гальмуванні в різних умовах експлуатації. Запропоновано варіант удосконалення конструкції автомобіля шляхом впровадження системи керування споживанням енергії додатковим обладнанням в залежності від режимів руху автомобіля. Завдяки управлінню потоками потужності двигуна внутрішнього згорання, мінімізації споживання енергії накопичувача або перетворювача та самого автомобіля на роботу додаткового обладнання забезпечується збільшення ефективної потужності двигуна. Розглянуто такі допоміжні агрегати як водяний насос системи охолодження, привід компресора системи кондиціонування повітря салону автомобіля, вентилятор системи охолодження, насос гідропідсилювача керма рульового управління та генератора автомобіля. Проаналізовано вплив на вихідну потужність двигуна внутрішнього згорання кожного з перерахованих пристроїв і в кінцевому випадку визначено наскільки можливо підвищення потужності на привід ведучих коліс автомобіля. При розгоні витрати потужності двигуна на приводи навісного обладнання необхідно зменшувати до мінімуму, при гальмуванні – збільшувати до максимуму використовуючи кінетичну енергію автомобіля на привід цього обладнання, а при сталому русі – в залежності від параметрів регулювання і стану систем та агрегатів. Витрати потужності визначаються частотою обертання і регульованим параметром вузла. В роботі з'ясовано залежності витрат потужності наведеного навісного обладнання від обертів колінчастого валу двигуна внутрішнього згорання автомобіля, а для генератора і от струму збудження. На підставі теоретичних і експериментальних досліджень зроблені висновки щодо можливості оптимізації витрат потужності при експлуатації автомобіля. Найбільша ефективність досягається в умовах міста. Розроблено методику визначення витрат потужності для кожного приводу допоміжного обладнання, що є дуже важливим для врахування цих витрат при розрахунках тягово-динамічних, паливно-економічних характеристик автомобілів і створенні системи керування. Задані умови зміни витрат потужності на привід допоміжних агрегатів в залежності від зміни прискорення автомобіля. Підрахована сумарна витрата енергії ДВЗ для автомобіля класу 2 із урахуванням прийнятих основних навісних споживачів автомобіля.

Ключові слова: автомобіль, двигун, потужність, енергія, витрата, навісне обладнання, генератор, насос, помпа, компресор, привід, електродвигун.

Н.Е. СЕРГИЕНКО, М.И. ПАСТУЩИНА, А.В. КОСАРЕВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ ДВС АВТОМОБИЛЯ НА ПРИВОД НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Рассмотрены затраты мощности ДВС на навесное оборудование для повышения эффективной энергии двигателя внутреннего сгорания и автомобиля с целью улучшения тягово-динамических показателей и топливной экономичности при разгоне, постоянной скорости движения, торможении в различных условиях эксплуатации. Предложен вариант усовершенствования конструкции автомобиля путем внедрения системы управления потреблением энергии дополнительным оборудованием в зависимости от режимов движения автомобиля. Благодаря управлению потоками мощности двигателя внутреннего сгорания, минимизации потребления энергии накопителя или преобразователя и самого автомобиля на работу дополнительного оборудования обеспечивается увеличение эффективной мощности двигателя. Рассмотрены такие вспомогательные агрегаты как водяной насос системы охлаждения, привод компрессора системы кондиционирования воздуха салона автомобиля, вентилятор системы охлаждения, насос гидроусилителя руля рулевого управления и генератора автомобиля. Проанализировано влияние на выходную мощность двигателя внутреннего сгорания каждого из перечисленных устройств и в конечном случае определено на сколько возможно повышение мощности на привод ведущих колес автомобиля. При разгоне затраты мощности двигателя на приводы навесного оборудования необходимо уменьшать до минимума, при торможении - увеличивать до максимума, используя кинетическую энергию автомобиля на привод этого оборудования, а при установившемся движении - в зависимости от параметров регулювання и состояния систем и агрегатов. Затраты мощности определяются частотой вращения и регулируемым параметром узла. В работе установлены зависимости затрат мощности на приведенное навесное оборудование от оборотов коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания автомобиля, а для генератора и от тока возбуждения. На основании теоретических и экспериментальных исследований сделаны выводы о возможности оптимизации затрат мощности при эксплуатации автомобиля. Наибольшая эффективность достигается в условиях города. Разработана методика определения затрат мощности для каждого привода вспомогательного оборудования, что очень важно для учета этих расходов при расчетах тягово-динамических, топливно-экономических характеристик автомобилей и создании системы управления. Заданы условия изменения затрат мощности на привод вспомогательных агрегатов в зависимости от изменения ускорения автомобиля. Подсчитан суммарный расход энергии ДВС для автомобиля класса 2 с учетом принятых основных навесных потребителей автомобиля.

Ключевые слова: автомобиль, двигатель, мощность, энергия, расход, навесное оборудование, генератор, насос, помпа, компрессор, привод, электродвигатель.

N.Ye. SERGIENKO, M.I. PASTUSHCHINA, A.V. KOSAREV

DETERMINATION OF THE COST OF POWER OF A DRIVE VEHICLE HANGING EQUIPMENT

The costs of the power of the internal combustion engine for the hinged equipment for increasing the effective energy of the internal combustion engine and the car with the purpose of improving traction and dynamic performance and fuel economy during acceleration, steady speed of movement, braking in different operating conditions are considered. An option of improving the design of the car by introducing an energy management system with additional equipment, depending on the modes of movement of the car, is proposed. By controlling the internal combustion engine power flows, minimizing the energy consumption of the drive or converter, and the vehicle itself for the operation of additional equipment, an increase in effective engine power is ensured. Examples of such sub-assemblies as the water pump of the cooling system, the drive of the compressor of the air conditioning system of the car interior, the fan of the cooling system, the water pump, the power steering pump and the car generator near. The influence on the output power of the internal combustion engine of each of the listed devices is analyzed and, in the last case, it is determined on how

much increase of the power on the drive wheels of the car is possible. When accelerating the engine power consumption of the attachments of the attachments, it is necessary to reduce to a minimum, at braking - to increase to the maximum using the kinetic energy of the car on the drive of this equipment, and at steady motion - depending on the parameters of regulation and the state of systems and units. Power costs are determined by the speed and adjustable parameter of the node. The paper deals with the dependence of the power cost of the attached attachment on the rotation of the crankshaft of the engine-internal combustion of the car, and for the generator and the excitation current. On the basis of theoretical and experimental researches the conclusions about possibility of optimization of power costs during car operation are made. The highest efficiency is achieved in city conditions. A technique for determining power costs for each drive of auxiliary equipment has been developed, which is very important for taking into account these costs in calculating the traction, dynamic, fuel and economic characteristics of vehicles and creating a control system. Specified conditions for changing the power costs for the drive of the auxiliary units, depending on the change in acceleration of the car. The total energy consumption for a Class 2 car has been calculated, taking into account accepted main attachments of the car.

Keywords: car, engine, power, energy, cost, attachment, generator, pump, compressor, drive, electric motor.

Постановка проблеми. Одним з напрямів для реалізації покращення тягово-динамічних властивостей, паливної економічності та екологічної безпеки автомобілів є удосконалення його конструкції та систем керування. Актуальним питанням на сьогоднішній день є мінімізація споживання енергії накопичувача або перетворювача та самого автомобіля на роботу додаткового обладнання, збільшення потоку потужності ДВЗ для рішення основної функціональної задачі автомобіля. При використанні на автомобілях електричних приводів є можливість більш раціонального використання енергії ДВЗ автомобіля та отримання оптимальних значень прискорення при розгоні, сталій швидкості руху та гальмуванні в різних умовах експлуатації та інших параметрів. Для створення систем керування цими приводами необхідно визначення законів змін потужності, яка потрібна для їх роботи з урахуванням стану параметрів систем, які обслуговує привід, режимів руху автомобіля та ін.

Аналіз джерел інформації. У роботах [1, 2] розглянуто вирішення проблеми проектування ефективного автомобіля в аспекті мінімізації споживання пального при одночасному збільшенні швидкості руху з урахуванням вибору складових автомобіля із оптимальними енергетичними характеристиками, але не розглядається навісне обладнання.

Загальний огляд передових технологій керування допоміжним обладнанням, а також основними системами автомобіля за допомогою мікропроцесорних пристроїв представлено в роботі [3]. Представлено тільки базові варіанти рішення задачі управління основними системами.

Удосконалення методики розрахунку витрат енергії на привід генераторів на основі досліджень їх робочих процесів розглянуто в роботі [4]. Інформація необхідна при створенні систем керування, але не пов'язана з режимами руху автомобіля.

У статті [5] йдеться про те, що одним із методів підвищення конкурентоздатності автомобілів є збільшення ефективної потужності їх двигунів. При цьому покращання енергетичної ефективності автомобілів досягається насамперед практично за рахунок удосконалення тільки конструкцій двигунів.

Не зважаючи на велику кількість існуючих досліджень [6-12 та ін.], на даний час проблема комплексного аналізу витрат енергії автомобіля із врахуванням усіх складових споживачів у наукових публікаціях недостатньо повно відображена. Необхідно приділити увагу витратам потужності ДВЗ

навісного обладнання з урахування режимів руху автомобіля. Споживання енергії ДВЗ на привід навісного обладнання здійснюється незалежно від режимів руху автомобіля, зміни параметрів систем забезпечення функціонування ДВЗ і автомобіля, якими виконується керування.

Постановка задачі. Метою роботи є визначення змін витрат потужності на привід допоміжного навісного обладнання ДВЗ автомобіля та умови перерозподілу їх в залежності від режимів руху автомобіля.

Основний матеріал. Варіант управління потоками потужності ДВЗ серед напрямків покращення показників автомобіля використовується сьогодні недостатньо повно і потребує мінімальних витрат при впровадженні в систему керування автомобіля. Модернізацію систем управління можливо реалізувати при створенні нових автомобілів та модернізації діючих.

Оскільки практично всі допоміжні агрегати приводяться від двигуна, то їх режим роботи визначається швидкісним режимом, який формується частотою обертів валу двигуна та витратою енергії споживачами, які живляться цими агрегатами. Умови їх роботи визначаються, в основному, станом споживачів, кліматичними та добовими умовами експлуатації.

Навантаження генератора в літніх умовах експлуатації у значній мірі визначається функціонуванням кондиціонера та системи мікроклімату салону (кабіни). У зимових же умовах на навантаження генератора значно впливає робота системи опалення пасажирського приміщення, підігріву сидіння, рульового колеса та ін. Добові умови роботи генератора автомобіля характеризуються значним збільшенням його навантаження за рахунок функціонування системи внутрішнього і зовнішнього освітлення у нічну частину доби.

Навантаження вентилятора системи охолодження є найбільш інтенсивним у літніх умовах експлуатації та при максимальному завантаженні ДВЗ.

Навантаження помпи гідропідсилювача керма і компресори гальмівної системи залежить від умов руху, якими визначається відносна частота поворотів і гальмувань. Структура основних споживачів ДВЗ представлена на рис. 1.

Двигуни внутрішнього згоряння для передач крутного моменту на допоміжне навісне обладнання використовують частіше приводні ремені. Для приведення їх в рух витрачається певна потужність,

що виробляється двигуном. Тобто в кінцевому результаті на колеса автомобіля ефективна потужність двигуна внутрішнього згорання передається менше ніж було вироблено індикаторної потужності за вирахуванням механічних втрат. А саме потужність, що витрачається на привод допоміжних агрегатів автомобіля (генератора, помпи і вентилятора системи охолодження, насоса гідروпідсилювача керма і кондиціонера тощо), зменшує потік енергії на привід коліс і залежить від характеристик цих агрегатів та умов, режимів їх роботи.



Рис. 1. Навісні споживачі потужності ДВЗ автомобіля

Один із важливих компонентів, який використовує ремінний привід, водяна помпа (водяний насос). Її основна функція це циркуляція робочої рідини в системі охолодження двигуна [6]. Для регулювання швидкості потоку антифризу в системі охолодження в міру збільшення оборотів двигуна конструктори, з'єднавши водяний насос ремінним приводом зі шківом колінчатого валу, забезпечили помпі взаємозв'язок з оборотами силового агрегату. Тобто, чим більше оборотів двигуна (що означає зростання температури двигуна через збільшення циклів згорання палива), тим швидше починає працювати водяна помпа, збільшуючи циркуляцію охолоджуючої рідини. В результаті навіть на високих оборотах двигун не перегрівается. Для того щоб обернути шків водяної помпи за допомогою приводного ремня необхідно витратити невелику кількість енергії рис. 2, що споживається від вироблюваної індикаторної потужності двигуна. Значення обчислюється по формулі:

$$N_n = \frac{Q_n \cdot P_n^3}{\eta_n \cdot \eta_n}, \quad (1)$$

де Q_n – продуктивність помпи;

P_n – повний напір помпи;

η_n, η_n – ККД помпи та її приводу, відповідно.

Зміна описується квадратичною залежністю:

$$N_n = 0,0006 \cdot n^2 + 0,6671 \cdot n + 48,571. \quad (2)$$

Отримані коефіцієнти залежності (2) характерні для автомобілів класу 2 з двигуном об'ємом 1300...1799 см³.

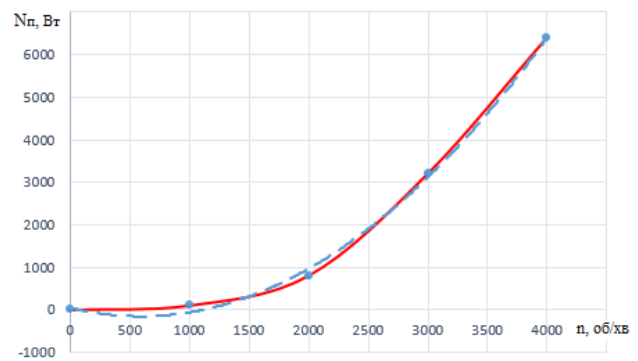


Рис. 2. Зміна витрат потужності на електропривод помпи системи охолодження

В системі охолодження для створення додаткового потоку повітря для обдування радіатора в тому числі і при зупинках та при русі на малих швидкостях працює вентилятор. На сучасних автомобілях він працює від електродвигуна, який в свою чергу також має вплив на зміну потужності двигуна.

Потужність, що споживається вентилятором системи охолодження, визначається за формулою [7]:

$$N_e = \frac{Q_e \cdot P_e}{\eta_e \cdot \eta_n}, \quad (3)$$

де Q_e – продуктивність вентилятора;

P_e – повний напір вентилятора;

η_e і η_n – ККД вентилятора і його приводу, відповідно.

Для одного і того ж вентилятора можна записати [7]:

$$\frac{N_{e1}}{N_{e2}} = \left(\frac{n_{e1}}{n_{e2}} \right)^2; \frac{P_{e1}}{P_{e2}} = \left(\frac{n_{e1}}{n_{e2}} \right)^2; \frac{Q_{e1}}{Q_{e2}} = \frac{n_{e1}^3}{n_{e2}^3}, \quad (4)$$

де індекси «1» і «2» належать до значень потужності, напору і продуктивності, відповідно, при частоті обертання крильчатки вентилятора n_{e1} і n_{e2} .

Враховуючи залежності (2) та (3) можна записати:

$$N_e = C_e \cdot n_e^3 / \eta_e, \quad (5)$$

де $C_e = Q_e \cdot n_e^3 / \eta_n$ – постійна для даного вентилятора величина, що залежить від його конструктивних особливостей;

n_e – частота обертання крильчатки вентилятора.

На рис. 3 представлена залежність витрат потужності на привід електровентилятора також автомобіля класу 2 [7].

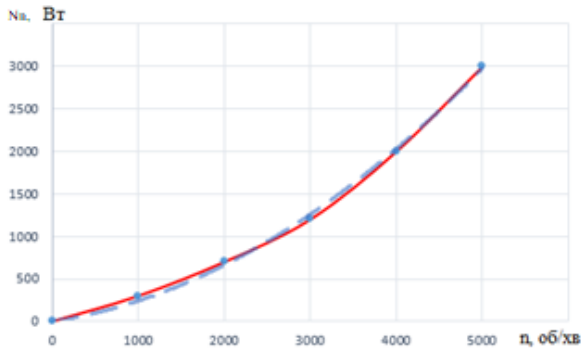


Рис. 3. Зміна витрат потужності на роботу вентилятора охолодження автомобіля класу 2

Зміна потужності описується залежністю:

$$N_e = 0,0001 \cdot n^2 + 0,1563 \cdot n. \quad (6)$$

За допомогою приводного ремня так само працює і система рульового управління яка оснащена гідропідсилувачем керма. Справа в тому, що гідропідсилувач рульового управління, як правило, оснащений насосом, що приводить в рух гідравлічну рідину в системі, яка полегшує обертання рульового колеса. В результаті гідравлічний насос, отримуючи крутний момент, створює в рульовому управлінні певний тиск і тим самим полегшує процес обертання рульового колеса.

Кондиціонування повітря в салоні машини безпосередньо не пов'язане з частотою обертання двигуна. Але для роботи кондиціонера також необхідна енергія, яка потрібна для повноцінного функціонування компресора кондиціонера.

Енергія також споживається від двигуна за допомогою ремінного приводу, який обертає вал компресора кондиціонера. При обертанні елементів компресора фреон, заправлений в кондиціонер, починає циркулювати по системі, охолоджуючи повітря в салоні. Цей компонент вимагає для своєї роботи достатню кількість енергії і витрат

потужності. Це пов'язано з тим, що з ростом температури повітря в літній час, зростають витрати потужності необхідні компресору кондиціонера, щоб охолодити повітря в салоні [8]. Як результат це призводить до зайвого навантаження на силовий агрегат і високим витратам потужності виробленої двигуном.

Для автомобіля класу 2 зміна потужності описується квадратичною залежністю (рис. 4):

$$N_k = 0,0001 \cdot n^2 + 1,16 \cdot n + 150. \quad (7)$$

Основним джерелом забезпечення роботи всіх вище перерахованих допоміжних агрегатів є також генератор, що приводиться в дію від шківів за допомогою пасової передачі. Генератор забезпечує електричною енергією в основному усіх систем, зарядку акумуляторної батареї і тим самим забезпечує багато функцій автомобіля.

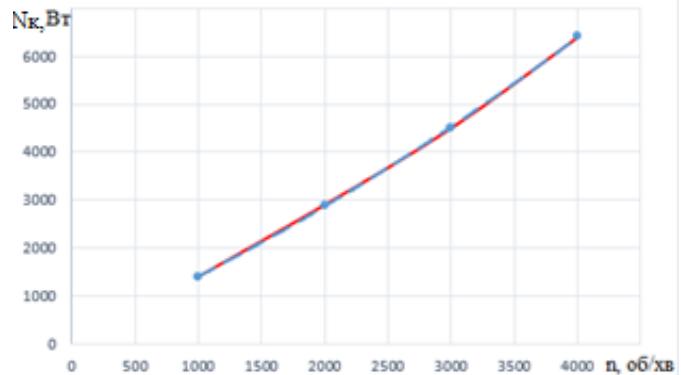


Рис. 4. Зміна витрат потужності на привід компресора системи кондиціонування повітря салону

На рис. 5 зображено зміна витрат потужності на привід генератора автомобіля класу 2 при струмі навантаження 20 А [9].

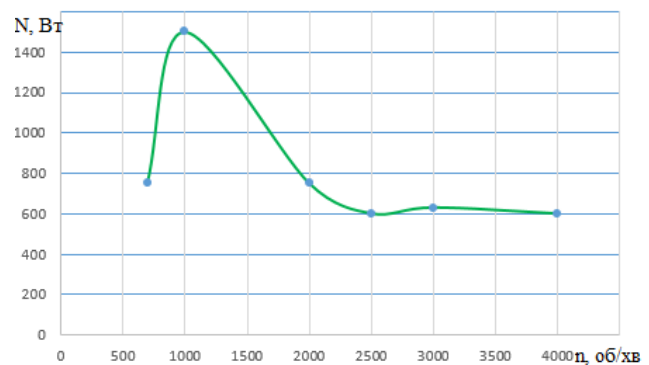


Рис. 5. Зміна витрат потужності на привід генератора 1601.3701

У загальному випадку, знаючи енергетичну характеристику двигуна чи допоміжного агрегату, в залежності від частоти обертів (швидкісну характеристику двигуна, споживану потужність допоміжного агрегату тощо), експлуатаційні витрати

потужності можна оцінити еквівалентним (середнім) значенням за умовний годинний цикл роботи за формулою [8]:

$$N_{ng} = \int_{n_x}^{n_{max}} \frac{d[F(n)]}{dn} N(n) dn, \tag{8}$$

де $N(n)$ – витрати потужності агрегату в залежності від частоти обертання його робочого органу (валу, ротору тощо);

$$\frac{d[F(n)]}{dn}$$

– похідна функції розподілу за частотою обертання (статистичний показник);

n_x, n_{max} – частота обертання агрегату, що відповідає холостому ходу та максимальним обертам двигуна.

За відсутності аналітичного виразу функції розподілу $N(n)$ рівняння (8) зручно розв'язувати методом графічного інтегрування, розбивши швидкісний діапазон ($n_x - n_{max}$) на ряд елементарних інтервалів із кроком $\Delta n = (150 - 250) \text{ хв}^{-1}$:

$$N_{ng} = N_{nx} \cdot \Delta t_{ex} + \sum_{i=1}^k N_{ni} \cdot \Delta t_{ei}, \tag{9}$$

де N_{nx} – витрати потужності агрегату при роботі двигуна на холостому ході;

Δt_{ex} – відносний час роботи при роботі двигуна на холостому ході;

N_{ni} – витрати потужності агрегату в середині даного елементарного інтервалу;

Δt_{ei} – відносний час роботи двигуна в даному елементарному інтервалі;

k – кількість елементарних інтервалів.

Струм віддачі генератора, наприклад, в залежності від частоти обертів його ротора, описується струмшвидкісною характеристикою (СШХ) за формулою:

$$I(n) = I_{max} \cdot \left[1 - e^{-\frac{n_x - n_n}{n_x}} \right], \tag{10}$$

де I_{max} – максимальний струм генератора;

n_x – частота обертання ротора генератора на холостому ході;

n_n – поточне значення частоти обертання ротора генератора.

Тоді витрати потужності для привода генератора, на основі формул (9, 10), можна відобразити залежністю:

$$N_g = \frac{U}{\eta_n} \left(\frac{I_x}{\eta_{ex}} \cdot \Delta t_{ex} + \sum_{i=1}^k \frac{I_i}{\eta_{ei}} \cdot \Delta t_{ei} \right), \tag{11}$$

де U – регульована напруга генератора;

η_n – ККД привода (пасової передачі);

I_x – віддача струму генератором при роботі двигуна на холостому ході;

$I_i = I(n)$ – струм генератора в середині даного елементарного інтервалу;

η_{ex}, η_{ei} – відповідно, ККД генератора при обертах, що відповідають роботі двигуна на холостому ході та в середині даного елементарного інтервалу.

В процесі руху автомобіля змінюються витрати потужності на привід генератора в залежності від частоти обертання колінвалу та необхідної електричної енергії. Характер зміни потужності N_g в робочому діапазоні обертання ротора генератора залежить від обертів колінвалу і струму збудження. Результати розрахунку представлено на рис. 6.

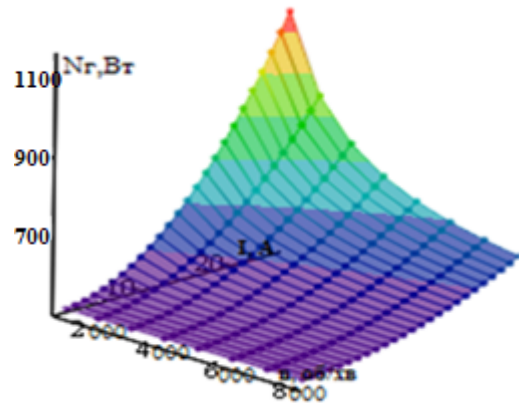
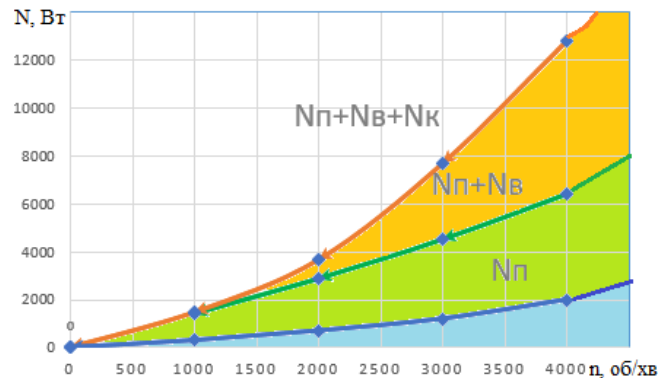


Рис. 6. Залежність потужності генератора N_g від струму в обмотці збудження I_b та обертів ротора n

Сумарні витрати потужності двигуна в залежності від обертів представлено на рис. 7.



N_n – водяної помпи, N_b – електровентилятора, N_k – кондиціонера

Рис. 7. Сумарні витрати потужності на привід допоміжних агрегатів автомобіля класу 2

При збільшенні частоти обертання від 2500 до 4500 хв⁻¹ витрати зростають вдвічі не враховуючи режими руху автомобіля.

Зміна потужності на привід додаткового обладнання відбувається від N_{\min} до N_{\max} при зміні обертів колінчастого валу і необхідних потреб для забезпечення роботи споживача. Для покращення тягово-динамічних показників автомобіля [12]

потужність N_{\max} слід відбирати від ДВЗ при $\frac{dv}{dt} < 0$;

N_{\min} – при $\frac{dv}{dt} > 0$, а при $\frac{dv}{dt} = 0$ – раціональну потужність, яка необхідна для підтримки роботи допоміжних агрегатів, що забезпечують роботу ДВЗ.

Висновки. Оцінка витрат потужності ДВЗ автомобіля на привід навісного обладнання показала доцільність керування потоками потужності ДВЗ в залежності від режимів руху автомобіля. Визначено, що особливо ефект досягається при частих змінах режимів руху автомобіля, частіше це в умовах міста.

Визначальним фактором для управління потоками потужності є зміна прискорення автомобіля та показників систем або пристроїв, якими керують.

Розглянуті витрати на допоміжні агрегати показали, що закони їх зміни описується квадратичними залежностями.

У підсумку, склавши всі втрати на привід допоміжного навісного допоміжного обладнання автомобіля, можна обчислити, що в середньому кожен автомобіль оснащений двигуном внутрішнього згоряння максимум втрачає приблизно до 10-25% загальної потужності двигуна автомобіля другого класу [11]. Максимум витрат досягає при найбільшій частоті обертання колінчастого валу.

Список літератури

1. Подригало М.А., Байцур М.В., Клец Д.М., Файст. В.Л. Совершенствование методики выбора мощности двигателя легкового автомобиля/ *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*. 2010. №3. С. 78–86.
2. Карабцев В.С., Валеєв Д.Х. Повышение эффективности автотранспортных средств на стадии разработки / *Журнал ААИ*. М.: 2003. С. 8–13.
3. Дентон Т. *Автомобильная электроника*. М.: НТ Пресс, 2008. 507 с.
4. Немий С.В. Розрахунок енергетичних витрат для приводу автомобільних генераторів / *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. 2010. № 678: *Динаміка, міцність та проектування машин і приладів*. С. 83–88.
5. Азарова Ю.В., Кутенев В.Ф., Шмидт А.Г. *Мощность двигателя и расход топлива как средства повышения конкурентоспособности легковых автомобилей*. Автомобильная промышленность. М.: Машиностроение, 1995. № 9. С. 3–5.
6. *Вспомогательное электрооборудование* URL: Режим доступа: https://studopedia.su/15_192704_oborudovaniya-vtomobilya.html (дата обращения 27.10.18).
7. Копылова Л.В., Коротков В.И., Красильников В.Е. *Теория, конструкция и расчет автотракторного электрооборудования*. Под ред. Фесенко М.Н. М.: Машиностроение, 1979. 344 с.

8. Coon C.W., Wood C.D. *Improvement of Automobile fuel economy*. SAE paper 740969. 1974.
9. Сергиенко Н.Е., Сергиенко А.Н., Любарский Б.Г. Анализ конструкций электромеханических преобразователей и выбор рациональной схемы электроамортизаторов неподдресоренных масс транспортного средства / *Сборник научных трудов «Автомобильный транспорт»*. Харьков: ХНАДУ. 2012. №31. С.18-25.
10. Немый С.В. Снижение энергетических затрат на привод вспомогательных агрегатов автобусов. В сб.: *Труды ВКЭИавтотранспорта*, 1988. С. 99–107.
11. Асмус Т.У., Баргнакке К., Кларк С.К. *Топливная экономичность автомобилей с бензиновыми двигателями*/ Под ред. А.В. Кострова. М.: Машиностроение, 1988. 504 с.
12. Сергиенко М.Е., Любарський Б.Г., Пастушина М.І. Оцінка впливу управління навісним обладнанням на експлуатаційні показники. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н.-практ. конф. MicroCAD-2018*, 16-18 травня 2018р.: у 4 ч. Ч. І. / за ред. проф. Сокола С.І. Харків: НТУ «ХП». 187 с.

References (transliterated)

1. Podrugalo M.A., Baytsur M.V., Klets D.M., Feist B.L. Sovershenstvovanie metodiki vybora moshhnosti dvigatelja legkovogo avtomobilja [Improvement of the method of choosing the engine power of a passenger car]/*Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*. 2010. №3. С. 78–86.
2. Karabcev V.S. Valeev D.H. Povyshenij effektivnosti avtotransportnyh sredstv na stadii razrabotki [Improving the efficiency of vehicles under development] / *Zhurnal AAI*. М.: 2003. С. 8–13.
3. Denton T. *Avtomobilnaya elektronika*. [Car electronics.] М: NT Press, 2008. 507 s.
4. Nemij S.V. Rozrahnok energetichnih vitrat dlja privodu avtomobil'nih generatoriv [Calculation of energy costs for driving car generators]/*Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. 2010. № 678: *Динаміка, міцність та проектування машин і приладів*. С. 83–88.
5. Azarova Ju.V., Kutenev V. F, Shmidt A.G. *Moshhnost' dvigatelja i reshod topliva kak sredstva povyshenija konkurentosposobnosti legkovykh avtomobilej*. [Engine power and fuel consumption as a means of improving the competitiveness of cars.] *Avtomobil'naja promyshlennost'*. М.: Mashinostroenie, 1995. № 9. С. 3–5.
6. *Vspomogatel'no ejelektrooborudovanie* [Auxiliary electrical equipment] URL: Режим доступа: https://studopedia.su/15_192704_oborudovaniya-vtomobilya.html (data obrashhenija 27.10.18).
7. Kopylova L.V., Korotkov V.I., Krasil'nikov V.E. *Theory, construction and raschet of an autotractor electrically-equipped order* [Теорія, конструкція і расчет автотракторного електрооборудованија] red. Fesenko M.N. М.: Mashinostroenie, 1979. 344 s.
8. Coon C.W., Wood C.D. *Improvement of Automobile fuel economy*. SAE paper 740969. 1974.
9. Sergienko N.E., Sergienko A.N., Ljubarskij B.G. Analiticheskij obzor konstrukcij elektromehaničeskikh preobrazovatelej i vybor racional'noj shemyj elektroamortizatora nepodressorennyh mass transportnogo sredstva. [Analytical review of electromechanical transducer structures and choice of rational scheme of electro-shock absorber of unsprung masses of the vehicle.] / *Sbornik nauchnykh trudov «Avtomobil'nyy transport»*. Khar'kov: KHNADU. 2012. №31. С.18-25.
10. Nemyj S.V. Snizhenij energeticheskijh zatrat na privod vspomogatel'nyh agregatov avtobusov. [Reduction of energy costs for the drive of auxiliary bus units.] *V sb.: Trudy VKJEIavtobusprota*, 1988. С. 99–107.
11. Asmus T.U., Bargnakke K., Klark S.K. *Toplivnajaj ekonomichnost' avtomobilej s benzinovymi dvigateljami*. [Fuel economy of cars with gasoline engines]/ red. A.V. Kostrova. М.: Mashinostroenie, 1988. 504 s.
12. Sergienko M.E., Ljubars'kij B.G., Pastushhina M.I. Ocinka vplivu upravlinnja navisnim obladnannjam na ekspluatacijni pokazniki. [Estimation of the influence of the attachment control on the performance indicators.]. *Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVI mizhnarodnoi*

Відомості про авторів /Сведения об авторах /About the Authors

Сергієнко Микола Єгорович (Сергиенко Николай Егорович, Sergienko Nikolay Yegorovich) – кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри «Автомобіле- і тракторобудування»; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5168-1924>; e-mail: nesergienko@gmail.com.

Пастушина Марія Ігорівна (Пастушина Мария Игоревна, Pastushchina Maria Igorivna) – аспірантка кафедри «Автомобіле- і тракторобудування», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3153-2627>; e-mail: mashapastushina72@gmail.com.

Косарєв Олександр Владиславович (Косарев Александр Владиславович, Kosarev Alexander Vladislavovich) – аспірант кафедри «Автомобіле- и тракторобудування», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; м. Харків, Україна; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4303-7108>; e-mail: kosarev13@.ukr.net.