

Шляхи покращення економічних і екологічних показників автотранспортних засобів. Енергозберігаючі технології

УДК 629.33:681.51

DOI: 10.30977/VEIT.2018.13.0.5

СПОСІБ РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНОГО СИЛОВОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Рогозін І. В.¹, Новічонок С. М.¹, Гнатів А. В.², Рогозіна А. І.³

¹Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

³Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

***Анотація.** Проведене теоретичне обґрунтування способу розрахунку параметрів гібридного силового агрегату для спеціалізованих автотранспортних засобів за умовою забезпечення роботи спеціального обладнання елементами автомобільного шасі. Результати проведених досліджень дозволяють визначити потужність гібридного силового агрегату автомобільного шасі, потужність генератора і ємність АКБ, а також оброти ДВЗ гібридного силового агрегату автомобільного шасі.*

***Ключові слова:** автомобільне шасі, генератор, гібридний силовий агрегат, електричний двигун, коефіцієнт динамічності, мотор-генератор, спеціалізований автотранспортний засіб.*

Вступ

На цей час, у світі ведеться постійна боротьба за зменшення залежності від нафтопродуктів. Поширення набувають електричні та гібридні автомобілі. Розвиток сучасної мобільної техніки (будівельної, аварійно-відбудовної, рятувальної, військової тощо), що дозволяє швидко пересуватися та виконувати різноманітні специфічні (спеціальні) завдання потребує створення спеціалізованих автотранспортних засобів (САТЗ). Слід звернути увагу, що сучасні САТЗ, також потребують вдосконалення та підвищення їх економічності [1–6].

У більшості випадків в конструкції САТЗ засовуються електричні приводи (генератори, електродвигуни тощо) спеціального обладнання, які приводяться до дії ДВЗ автомобільного шасі. Одним з перспективних напрямків розвитку САТЗ є побудова їх спеціального обладнання з використанням елементів гібридних (електродвигун та ДВЗ) силових агрегатів автомобільного шасі. У сукупності, усе це призводить до необхідності знаходження теоретичного підґрунтя для створення сучасних САТЗ з гібридними силовими агрегатами [4–12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомо [6–8], що спеціальні і спеціалізовані автотранспортні засоби, це спеціальні ма-

шини на базі автомобільних шасі, які виконують різноманітні завдання з забезпечення рухомості спеціального обладнання (комунальної, будівельно-монтажної, пожежної, спеціальної, військової та іншої техніки) і пересування різноманітних вантажів до місць застосування за призначенням.

Характерним прикладом сучасних САТЗ можуть бути автомобільні крани типу КТА-25 та КТА-28, що призначені для виконання будівельно-монтажних робіт. Ці САТЗ, окрім вітчизняного автомобільного шасі КрАЗ-63221, мають у своєму складі спеціальне обладнання – вантажопідйомне обладнання та механізм приводу (електричні двигуни), що працює від джерела електричного струму. Під час роботи, електродвигуни механізму приводу крана отримують електричне живлення від генератора що приводиться до дії ДВЗ автомобільного шасі [6 – 8].

Слід відзначити [6, 7], що до САТЗ постійно висуваються вимоги, щодо підвищення ефективності їх експлуатації. На цей час шляхами підвищення ефективності застосування САТЗ може бути збільшення їх:

- мобільності;
- надійності;
- простоти побудови та експлуатації;
- можливості виконання завдань за призначенням в автономних умовах (в умовах відсутності систем електропостачання тощо).

Сучасні САТЗ потребують високу надійність характеристик силового агрегату автомобіля (автомобільного шасі – засобу пересування), для забезпечення заданого рівня мобільності та достатнього запасу потужності для подолання перешкод (рух поза шляхами). Саме тому переважна більшість САТЗ мають рухому базу (автомобільні шасі).

Основні положення, щодо вибору та обґрунтування параметрів автомобілів з силовими агрегатами, що використовують двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) та гібридні (електричні двигуни та ДВЗ одночасно) надані у [9–13].

Відповідно [13], зміна величини швидкості автомобіля (САТЗ) від початку гальмування V_1 до закінчення V_2 призводить до зміни кінетичної енергії САТЗ:

$$\Delta W_{\text{CM}} = \frac{m_{\text{CM}}}{2} (V_2^2 - V_1^2) \quad (1)$$

де m_{CM} – загальна маса САТЗ, кг.

Зрозуміло, що під час гальмування $V_1 > V_2$ й кінетична енергія САТЗ стає негативною $\Delta W_{\text{CM}} < 0$, тобто САТЗ (а саме гальмівні механізми) віддає свою кінетичну енергію [10, 11].

Якщо припустити, що САТЗ повністю зупиняється ($V_{\text{зр}2} = 0$ м/с), його кінетичну енергію, перетворюючи вираз (1), можна визначити як:

$$W_{\text{CM}} = \frac{m_{\text{CM}} V_{\text{CM}}^2}{2}, \quad (2)$$

де V_{CM} – швидкість САТЗ на початку гальмування ($V_{\text{CM}} = -V_1$), м/с.

При рекуперативному гальмуванні електродвигун автомобільного шасі САТЗ переключється в режим генератора. Кінетична енергія САТЗ (2) перетворюється в електричну та використовується для заряджання АКБ [10, 11].

Враховуючи витрати на механічне тертя у різних складових двигуна та трансмісії гібридного автомобіля, дорожні умови та коефіцієнт корисної дії (ККД) генератору (мотор-генератору) близько 80 % кінетичної енергії САТЗ при такому гальмуванні можуть перетворюватися в електричну енергію.

Вирази (1) та (2) надають теоретичне обґрунтування доцільності застосування гібридних силових агрегатів у конструкції автомобілів (автомобільних шасі). Проте економічні

переваги, щодо застосування в конструкції саме САТЗ не висвітлюють [9 – 11].

У роботі [4] проаналізовані варіанти та запропоновано загальна схема використання елементів спеціального обладнання як частини елементів гібридної силової установки автомобільного шасі засобів наземного забезпечення польотів авіації. Проте це зроблено лише для техніки, що забезпечує обслуговування літаків та працює у специфічних умовах військового аеродрому.

Для визначення динамічності автомобілю та будь-якої іншої САТЗ на базі автомобільного шасі в роботі [3] у якості критерію запропоновано використовувати коефіцієнт динамічності. Але у вказаній роботі коефіцієнт динамічності визначено лише для автомобіля, що обладнано ДВЗ та не враховується специфіка динаміки гібридного силового агрегату.

Аналіз останніх публікацій показав, що в них відсутні рекомендації щодо вибору та теоретичного обґрунтування конструкції та характеристик спеціального обладнання САТЗ з використанням елементів гібридного силового агрегату автомобільного шасі [14, 15].

Метою статті є теоретичне обґрунтування способу розрахунку параметрів гібридного силового агрегату для спеціалізованих автотранспортних засобів за умовою забезпечення роботи спеціального обладнання елементами автомобільного шасі.

Спеціалізовані автотранспортні засоби

На теперішній час, практично всі автомобільні шасі САТЗ використовують ДВЗ. Налагоджене виробництво, система технічного обслуговування та ремонту, надійність цих двигунів у сполученні з механічної (гідромеханічною) трансмісією майже не спонукає до розвитку інших напрямків побудови силових агрегатів. Також слід відмітити, що прогрес у будь-якої галузі є поетапним процесом розвитку з чітко виділеними перевагами, тому кінцевий успіх використання того, чи іншого силового агрегату у конструкції САТЗ вимірюється успішним виконанням завданням за призначенням з найбільшою ефективністю.

На даному етапі розвитку технологій гібридні та електричні силові агрегати застосовують переважно в деяких визначених класах автомобілів, ніж у якості автомобільних шасі САТЗ.

Використання електричного привода у конструкції автомобільних шасі САТЗ веде до фундаментальних змін у технологіях вироб-

ництва через те, що АКБ, які використовуються для живлення електродвигунів приводу коліс автомобіля також можуть застосовуватися й для приводу електричної частини (електродвигунів приводу, електричних систем

керування, іншого електрообладнання) спеціального обладнання САТЗ.

У таблиці 1 наведено основні переваги та недоліки використання САТЗ з повністю електричним силовим агрегатом.

Таблиця 1 – Основні переваги та недоліки використання САТЗ з повністю електричним силовим агрегатом

Складові САТЗ	Переваги	Недоліки
Автомобільне шасі	підвищення керованості, безвідмовності та, відповідно, безпеки руху за рахунок того, що кожне колесо має можливість приводитися до дії окремо (мотор-колесо), незалежно від інших	обмежений запас ходу, через залежить від ємності АКБ автомобільного шасі та доступу до джерела зовнішнього живлення для їх заряджання (дозаряджання)
	економічність через відсутності необхідності працювати двигуну на «холостому ході»	немає
	економічність через усунення втрати енергії, що витрачається на нерівномірність роботи ДВЗ	немає
	економічність через використання енергії рекуперації під час гальмування автомобільного шасі для заряджання АКБ	ускладнення конструкції
Спеціальне обладнання	можливість забезпечення плавного та більш точного виконання функціонального призначення (елементи керування, виконавчі приводи тощо)	обмежений час роботи, через залежить від ємності АКБ автомобільного шасі та доступу до джерела зовнішнього живлення для їх заряджання (дозаряджання)
	підвищення економічності через використання енергії рекуперації під час гальмування приводів спеціального обладнання (під час опускання вантажу, обладнання тощо)	немає
	можливість використання електричної енергії зовнішніх від джерел у місці виконання завдань за призначенням (промислова мережа, пересувні зовнішні джерела (електрогенератори) тощо)	немає
САТЗ в цілому	підвищення економічності за рахунок використання альтернативних джерел енергії (сонячної, вітрової тощо) для заряджання АКБ САТЗ	обмежений запас ходу автомобільного шасі та час роботи спеціального обладнання

Застосування в конструкції гібридного електричного силового агрегату автомобільного шасі ДВЗ надає можливість при зберіганні вище наведених переваг (табл. 1) збільшити запас ходу та час роботи спеціального обладнання тобто автономність роботи САТЗ в цілому.

Розглянемо основні параметри гібридного силового агрегату для САТЗ та спосіб їх розрахунку за умовою забезпечення роботи спеціального обладнання елементами автомобільного шасі.

Визначення потужності гібридного силового агрегату автомобільного шасі, що необхідна для переміщення САТЗ у різних режимах руху

Загальна потужність гібридного силового агрегату автомобільного шасі, що необхідна для переміщення САТЗ у різних режимах

руху та умовах експлуатації може бути визначена наступним чином:

$$N^{\text{гіб}} = N_{\text{стал}} + N_{\text{дод}}, \quad (3)$$

де $N_{\text{стал}}$ – потужність, необхідна для підтримання сталої швидкості руху $V_{\text{стал}}$, яка визначається з залежності [2, 3, 5]:

$$N_{\text{стал}} = \frac{V_{\text{стал}}}{\eta_{\text{тр}}} \left(m_{\text{СМ}} \cdot g \cdot f + \frac{C_x}{2} \rho \cdot F \cdot V_{\text{стал}}^2 \right), \quad (4)$$

де $\eta_{\text{тр}}$ – ККД трансмісії;

C_x – коефіцієнт аеродинамічного опору;

ρ – щільність повітря, кг/м³;

F – площа лобового опору (мідель) САТЗ, м²;

$N_{\text{дод}}$ – додаткова потужність, кВт.

Додаткова потужність враховує умови руху САТЗ і може бути визначена за виразом:

$$N_{\text{дод}} = N_{\text{розг}} + N_{e1} + N_{e2} + N_{e3} + N_{e4}, \quad (5)$$

де $N_{\text{розг}}$ – потужність необхідна для розгону САТЗ від швидкості на початку прискорення V_0 до $V_{\text{стал}}$, кВт.

Складові: N_{e1} необхідна для збереження постійної швидкості САТЗ під час руху на підйомі; N_{e2} – для забезпечення сталого повороту САТЗ із необхідною кутовою та лінійною швидкістю; N_{e3} – для підтримки створеного рульовим керуванням необхідного керуючого впливу при повороті САТЗ; N_{e4} – для забезпечення подолання інших протидій руху САТЗ визначається за допомогою залежності наведених [3].

Виходячи з характеристик ДВЗ, електродвигуна (мотор-колеса, мотор-генератора тощо) та враховуючі особливості роботи автомобільного шасі САТЗ оснащеного гібридним силовим агрегатом, та (3), приймаємо:

$$N_{\text{стал}} = N^{\text{ДВЗ}}, \quad N_{\text{дод}} = N^{\text{едв}}, \quad (6)$$

де $N^{\text{ДВЗ}}$ – потужність ДВЗ, що необхідна для розгону САТЗ від швидкості V_0 до $V_{\text{стал}}$, кВт;

$N^{\text{едв}}$ – сумарна потужність електричних двигунів, кВт.

Визначення потужності генератора (мотор-генератора) та ємності АКБ автомобільного шасі за умовою забезпечення роботи спеціального обладнання

У зв'язку з тим, що мотор-генератор автомобільного шасі передбачається використовувати як резервне джерело живлення для спеціального обладнання САТЗ, потужність мотор-генератора $N_{\text{м-г}}^{\text{едв}}$ не повинна бути нижче потужності, що споживається спеціальним обладнанням САТЗ:

$$N_{\text{м-г}}^{\text{едв}} \geq N_{\text{СО}} + N_{\text{з АКБ}}, \quad (7)$$

де $N_{\text{СО}}$ – потужність, що споживає спеціальне обладнання САТЗ, кВт;

$N_{\text{з АКБ}}$ – потужність, що необхідна для зарядки АКБ, кВт.

Отже:

$$N_{\text{м-г}}^{\text{едв}} \geq N_{\text{АКБ}} = I_{\text{роз}} \cdot U_{\text{АКБ}}, \quad (8)$$

де $N_{\text{АКБ}}$ – миттєва потужність, що забезпечує АКБ, кВт;

$I_{\text{роз}}$ – сила струму розряду АКБ, А;

$U_{\text{АКБ}}$ – напруга АКБ, В.

Характеристики АКБ ($U_{\text{АКБ}}$ та $I_{\text{роз}}$) можливо підібрати з'єднуючи послідовно-паралельно акумулятори в єдину батарею (АКБ). У свою чергу, ємність АКБ визначимо через роботу мотор-генератора та мотор-колес, яка витрачається на прискорення ЗР протягом деякого часу t до сталої швидкості. При цьому буде витрачатися потужність $N^{\text{едв}}(t)$. Енергію, що витрачається мотор-генератором та мотор-колесом визначаємо за виразом:

$$E_{\text{едв}} = \int_0^{t_{\text{пр}}} N^{\text{едв}} dt, \quad (9)$$

де $t_{\text{пр}}$ – час прискорення ЗР, с.

Струм розряду АКБ визначаємо:

$$I_{\text{роз}} = \frac{N^{\text{едв}}}{U_{\text{АКБ}}}, \quad (10)$$

а ємність АКБ:

$$E_{\text{АКБ}} = I_{\text{роз}} \cdot t. \quad (11)$$

Напругу АКБ ($U_{\text{АКБ}}$) можливо розраховувати за параметрами мотор-генератора. За умовою послідовного з'єднання акумуляторів їх кількість визначається за виразом:

$$n_A = \frac{U_{\text{АКБ}}}{U_A}, \quad (12)$$

де U_A – напруга одного акумулятору під навантаженням, В.

Застосування гібридного силового агрегату в автомобільному шасі САТЗ окрім своєї основної функції надає можливість здійснювати живлення (або його резервувати) спеціального обладнання забезпечуючи практичне

миттєве його включення. У якості джерел (резервних джерел) у цьому випадку можуть бути мотор-генератор та АКБ автомобільного шасі. Постійна готовність АКБ до прийняття навантаження, дозволяє забезпечувати електроживлення спеціального обладнання на час виходу на режим основних джерел електроживлення. При обиранні характеристик АКБ та мотор-генератора слід виходити з того, що вони повинні забезпечувати струм навантаження еквівалентний або кращий за струм, що забезпечується штатним генератором САТЗ.

Для забезпечення встановленого режиму заряду АКБ оптимальна величина електричного струму визначається за формулою:

$$I_{з\ АКБ} = 0,5E_{АКБ} \cdot \quad (13)$$

Враховуючи ККД, потужність мотор-генератора, що необхідна для заряджання АКБ визначається як:

$$N_{м-г\ АКБ} = \frac{U_{м-г} \cdot I_{м-г\ з}}{\eta_{м-г}}, \quad (14)$$

де $U_{м-г}$ – напруга мотор-генератора ($U_{м-г} \approx 1,14U_{АКБ}$), В;

$I_{м-г\ з}$ – зарядний струм мотор-генератора ($I_{м-г\ з} = I_{з\ АКБ}$), А;

$\eta_{м-г}$ – ККД мотор-генератору.

У самому складному випадку під час виконання завдання за призначенням – використання спеціального обладнання на місці, мотор-генератор гібридного силового агрегату автомобільного шасі повинний одночасно забезпечити роботу спеціального обладнання САТЗ та заряджання АКБ. У цьому випадку потужність, що витрачається на живлення спеціального обладнання визначається з урахуванням умови (6). Потужність мотор-генератора автомобільного шасі можливо визначити як суму потужностей, що витрачаються для забезпечення роботи спеціального обладнання САТЗ ($N_{CO} = N_{г\ CO}$) та заряджання АКБ з урахуванням виразів (13) та (14), як

$$N_{м-г} = N_{г\ CO} + N_{з\ АКБ} \cdot \quad (15)$$

Визначену величину потужності генератора (мотор-генератора) доцільно округлити до найближчого значення типорозмірного ряду у більший бік згідно з [16].

Вибір ДВЗ гібридного силового агрегату автомобільного шасі

Під час виконання автомобільним шасі завдання за призначенням (пересування САТЗ) потужність двигуна внутрішнього згорання та потужність мотор-генератора можливо визначити через сумарну потужність гібридного силового агрегату автомобільного шасі [4–11]:

$$N_e^{гіб} = N^{гіб} = N^{едв} + N^{ДВЗ} \cdot \quad (16)$$

З урахуванням [3], у якості критерію динамічності САТЗ оснащеного гібридним силовим агрегатом доцільно встановити коефіцієнт динамічності:

$$K_{дин}^{гса} = \frac{N_e^{гіб}}{N_{e0}} \leq K_{дин}^{max} \cdot \quad (17)$$

Сумарну потужність автомобільного шасі САТЗ з врахуванням залежності (17), можна визначити як:

$$N_e^{гіб} = K_{дин}^{ЗР} N_{e0} \cdot \quad (18)$$

Враховуючи (15), (16), за різницею між сумарною потужністю силового агрегату автомобільного шасі та сумарної потужності електричних двигунів (мотор-генераторів) визначаємо сумарну потужність ДВЗ, за виразом:

$$N_e = N_e^{гіб} - N^{едв} \cdot \quad (19)$$

За виразами (16) – (19) визначаємо необхідну потужність ДВЗ автомобільного шасі САТЗ оснащеного гібридним силовим агрегатом.

Для вибору ДВЗ, що найбільш доцільно використовувати у САТЗ з гібридним силовим агрегатом обираємо найбільш близький за характеристиками потужності дизельний двигун.

Висновки

Таким чином, проведено теоретичне обґрунтування способу розрахунку основних параметрів гібридного силового агрегату для спеціалізованих автотранспортних засобів за умовою забезпечення роботи спеціального обладнання елементами автомобільного шасі.

1. Результати проведених досліджень дозволяють:

– визначити потужність гібридного сило-

вого агрегату автомобільного шасі, що необхідна для переміщення САТЗ у різних режимах руху;

– визначити потужність генератора (мотор-генератора) та ємність АКБ автомобільного шасі за умовою забезпечення роботи спеціального обладнання;

– обрати ДВЗ гібридного силового агрегату автомобільного шасі.

2. Отримало подальшого розвитку застосування у якості критерію динамічності автотранспортного засобу коефіцієнта динамічності спеціалізованого автотранспортного засобу оснащеного гібридним силовим агрегатом.

3. Застосування в конструкції гібридного електричного силового агрегату автомобільного шасі ДВЗ надає можливість збільшити запас ходу та час роботи спеціального обладнання тобто автономність роботи САТЗ в цілому.

4. Використання наданої концепції надає можливість створення спеціалізованих автотранспортних засобів вітчизняного виробництва, зокрема автомобільного крану на базі автомобіля КраЗ, з використанням елементів гібридного силового агрегату автомобільного шасі та з урахуванням умов його експлуатації.

Література

1. Фасхiev X.A. Обоснование выбора рациональных параметров автомобиля при разработке технического задания / X.A. Фасхiev. – Уфа: УГАТУ, 2013. – т. 17, №3 (56) – С. 117 – 122.
2. Theory of Ground Vehicles J. Y. Wong. John Wiley & Sons, 2008 – 592 p.
3. Нове в теорії експлуатаційних властивостей автомобілів та тракторів / М.А. Подригалo, В.В. Шелудченко –Суми: СНАУ, 2015.– 213 с.
4. Перспективна схема побудови засобу рухомості аеродромного пересувного електроагрегату. / С.І. Борових, С.М. Новічонoк, І.В. Рогозін, І.В. Терентьєва / Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України – X., ХУПС, 2009. – С. 41 – 44. Доступ до сайту: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Nitps_2009_2_12.pdf
5. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двaдненко В.Я.]. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
6. Краткий автомобильный справочник: Специальные и специализированные автотранспортные средства: Коммунальная техника, строительномонтажная техника, спецтехника для нефтегазового комплекса, пожарная техника, автомастерские и автолаборатории / М.И.

- Грифф, И.А. Венгеров, В.С. Олитский и др. – М.: Автополис-плюс, 2005. – Т4. – 472 с.
7. Курочкин А.И. Стреловые самоходные краны технические характеристики. Часть 1. Краны автомобильные и на шасси автомобильного типа. / А.И. Курочкин. – М.: ПКТИПРОМСТРОЙ, 1996 – 236 с.
 8. Автокраны КраЗ-65053, КраЗ-63221. Офіційний сайт. Режим доступу: <http://www.autokraz.com.ua/index.php/ru/fabrication/automobile/civil/spec/for-construction/item/215-avtokran>
 9. К вопросу выбора мощности и алгоритма работы силовой установки гибридного автомобиля. В.В. Ломакин, А.А. Шабанов, А.В. Шабанов, / Журнал автомобильных инженеров. — №6 (83), 2013. Доступ к сайту: <http://www.aeppress.ru/f/83/40.pdf>
 10. Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Гнатoв А.В., Колесніков А.В. Гібридні автомобілі. – Харків, ХНАДУ, 2008. – 327 с.
 11. Бажинов О.В. Конверсія легкового автомобіля в гібридний / О.В. Бажинов, В.Я. Двaдненко, М. Хакім. – X.: ХНАДУ, 2014. – 160 с.
 12. O. Alekseyev, V. Alekseyev, D. Klets, M. Artiomov, A. Kurenko, I. Rohozin, S. Novichonok, V. Khabarov, B. Kruk Development of automotive computer systems based on the virtualization of transportation processes management [Eastern-European Journal of Enterprise Technologies], 2017.– 6 (3 (90)), p. 14 – 25.
 13. Кирсанов М. Н. Теоретическая механика / Под ред. А. И. Кириллова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 384 с.
 14. Hnatov A. Energy saving technologies for urban bus transport / A. Hnatov, Shch. Arhun1, S. Ponikarovska // International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. 2017. – №14(4). – С. 4649-4664.
 15. Bobbie Frank. Using optimal control in concept evaluation and system optimization of diesel-electric hybrid construction machines. 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC), 2016.– P. 1 – 6.
 16. ГОСТ 12139-84. Машины электрические вращающиеся. Ряды номинальных мощностей, напряжений и частот. – М.: Издат-во стандартов, 1985.– 6 с.

References

1. Fashsev H.A. "Ground of choice of rational parameters of car at development of requirement specification", 2013. p.117–122.
2. J. Y. Wong. "John Theory of Ground Vehicles Wiley & Sons", 2008, 592 p.
3. M.A. Podrigalo, V.V. Sheludchenko "New in the theory of operating properties of cars and tractors",

- Sumy, 2015, 213 p.
4. C.I. Borovyh, S.M. Novichonok, I.V. Rogozin, I.V. Terentieva "Perspective scheme of airdrome movable electro-set mobility means" Kharkiv, 2009
 5. O. V. Bazhynov, O. P. Smyrnov, S. A. Sierikov, V. Y. Dvadenko "Synerhetychnyi avtomobil. Teoriia i praktyka" [Synergetic automobile. Theory and practice]. Kharkiv, 2011, 236 p.
 6. M.I. Griff, I.A. Wengorov, V.S. Olitsky "Brief automobile guide: Special and specialized vehicles: Municipal machinery, construction equipment, special equipment for the oil and gas complex, fire equipment, auto and laboratory laboratories", Moscow, 2005, 472 p.
 7. A.I. Kurochkin "Self-propelled boom cranes technical characteristics. P.1. Truck cranes and car chassis", Moscow, 1996, 236 p.
 8. "Truck cranes KrAZ-65053, KrAZ-63221", Official site
 9. V.V. Lomakin, A.A. Shabanov, A.V. Shabanov "On the choice of power and the algorithm for the operation of the power plant of a hybrid car" [Journal of Automotive Engineers], 2013
 10. O.V. Bazhynov, O.P. Smirnov, S.A. Serykov, A.V. Gnatov, A.V. Kolyasnikov "Hybrid cars", Kharkiv, 2008, 327 p.
 11. O.V. Bazhynov, V.Y. Dvadenko, M. Khakim, "Konversiiia lehkovoho avtomobilia v hibrydnyi" [Hybrid conversion light duty vehicle], Kharkiv, 2014, 160 p.
 12. O. Alekseyev, V. Alekseyev, D. Klets, M. Artiymov, A. Kurenko, I. Rohozin, S. Novichonok, V. Khabarov, B. Kruk Development of automotive computer systems based on the virtualization of transportation processes management [Eastern-European Journal of Enterprise Technologies], 2017. – 6 (3 (90)), p. 14 – 25
 13. M. N. Kirsanov Theoretical mechanics physics and mathematics publishers. International Academic Publishing Company "Nauka" Russian Academy of Sciences Moscow, 2002, 384 p.
 14. Hnatov A. Energy saving technologies for urban bus transport / A. Hnatov, Shch. Arhun1, S. Ponikarovska // International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. 2017. – №14(4). – С. 4649-4664.
 15. Bobbie Frank. Using optimal control in concept evaluation and system optimization of diesel-electric hybrid construction machines. 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC), 2016. – P. 1 – 6.
 16. GOST 12139-84 "Electric rotating machines. Series of rated power, voltage and frequency" M., Publishing Standards, 1985, 6 p.

Поступила (received) 22.05.2018 p.

Рогозін Ігор Віталійович¹, к.т.н., с.н.с., тел. +38 066-915-91-67, iv_r@ukr.net,

Новічонок Сергій Михайлович¹, к.т.н., доц. тел. +38 0677281761, hobu4ohok@rambler.ru,

Гнатів Андрій Вікторович², д.т.н., проф., тел. +38 066-743-08-87, kalifus76@gmail.com,

Рогозіна Анна Ігорівна³, студент, тел. +38 066-144-88-15, annyttal@i.ua,

¹Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, Інститут цивільної авіації, 61023, м. Харків, вул. Сумська 77/79,

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25,

³Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 61022, Україна, м. Харків, майдан Свободи, 4.

Method for calculating the basic parameters of hybrid power units for specialized vehicles

Abstract. Problem. Nowadays, in most cases, in the structure of specialized vehicles (SV) electric drives, generators, of special equipment, which are driven by an internal combustion engine of an automobile chassis, are used. One of the promising directions for the development of SV is the construction of their special equipment using elements of the hybrid power units of the car chassis and therefore there is a need to find the theoretical basis for their creation. **Goal.** The purpose of the article is to determine the method for calculating the parameters of a hybrid power unit for specialized vehicles on the condition that special equipment is provided with the elements of the car chassis. **Methodology.** A new approach to the use of SV car chassis is proposed through the use of its hybrid power unit as a special equipment element. **Originality.** The main provisions of the theoretical substantiation of the choice of parameters of a hybrid power unit for SV on the condition of maintenance of the work of special equipment by elements of the car chassis are considered. **Results.** The results of the conducted research allow to determine the power of the hybrid power unit of the car chassis, which is necessary for the movement of the SV in different modes of motion and the power of the generator (motor-generator) and the capacity of the battery car battery chassis on the condition of the operation of special equipment, as well as select a vehicle hybrid power unit chassis. **Practical value.** The use of the given concept provides the possibility of creation of specialized motor vehicles of domestic production, in particular a crane on the basis of the KrAZ vehicle.

Key words: automobile chassis, generator, hybrid power unit, electric motor, dynamic factor, motor-generator, specialized motor vehicle.

Rohozin I.¹, PhD, Senior Researcher, iv_r@ukr.net, **Novichonok S.**¹, Ph.D., Assoc. Prof., hobu4ohok@rambler.ru,

Hnatov A.², D.Sc., Prof., kalifus76@gmail.com,

Rohozina A.³, Student, annyttal@i.ua,

¹Ivan Kozhedub Kharkiv University of Air Force, Sumy 77/79 street, Kharkiv, 61023, Ukraine.

²Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslav Mudry street, Kharkiv, 61002, Ukraine.

³V.N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Sq., 4, Kharkiv, 61022, Ukraine.

Способ расчета основных параметров гибридных силовых агрегатов для специализированных автотранспортных средств

Аннотация. Проведено теоретическое обоснование способа расчета параметров гибридного силового агрегата для специализированных автотранспортных средств при условии обеспечения работы специального оборудования элементами автомобильного шасси. Результаты проведенных исследований позволяют определить мощность гибридного силового агрегата автомобильного шасси, мощность генератора и емкость АКБ, а также выбрать ДВС гибридного силового агрегата автомобильного шасси.

Ключевые слова: автомобильное шасси, генератор, гибридный силовой агрегат, электрический

двигатель, коэффициент динамичности, мотор-генератор, специализированный автотранспортное средство.

Рогозин Игорь Виталийович¹, к.т.н., с.н.с., тел. +38 066-915-91-67, iv_r@ukr.net,

Новичонок Сергей Михайлович¹, к.т.н., доц., тел. +38 0677281761, hobu4ohok@rambler.ru,

Гнатов Андрей Викторович², д.т.н., проф., Тел. +38 066-743-08-87, kalifus76@gmail.com,

Рогозина Анна Игоревна³, студент, тел. +38 066-144-88-15, annyta1@i.ua,

¹Харківський національний університет Воздушних сил імені Івана Кожедуба, Інститут гражданської авіації, 61023, г. Харків, ул. Сумська 77/79,

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, г. Хар-ков, ул. Ярослава Мудрого, 25

³Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 61022, Україна, г. Харків, площа Свободи, 4.