

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Ємець Богдан Володимирович

УДК 629.113.: 662.766.31/38

**ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З
ГАЗОГЕНЕРАТОРНИМИ УСТАНОВКАМИ**

Спеціальність 05.22.02 - автомобілі та трактори

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2008

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Житомирському національному агроекологічному університеті Міністерства аграрної політики України.

Науковий керівник: Заслужений діяч науки і техніки України,
доктор технічних наук, професор,
Лось Леонід Васильович,
Житомирський національний агроекологічний
університет,
професор кафедри загальнотехнічних дисциплін

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Подригало Михайло Абович
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет,
завідувач кафедри технології
машинобудування та ремонту машин

кандидат технічних наук, доцент
Філіпова Галина Андріївна,
Національний транспортний університет,
доцент кафедри „Автомобілі”

Захист відбудеться: „ ___ „ _____ 2008 р. о ___ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.059.03 при Національному транспортному університеті за адресою 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного транспортного університету за адресою: 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42

Автореферат розісланий „ ___ „ _____ 2008 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Грищук О.К.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За останні 20 років у світі потреба у первинних енергоносіях зросла в 3,6 рази. Потреба в нафті зросла в 5,9 рази, газу - в 7,2 рази, а у вугіллі - в 1,8 рази. Запаси вугілля у світі становлять 83%, а нафти – 10% від загального об'єму розвіданих родовищ. Застосування джерел енергії, альтернативних нафті, є актуальною проблемою не тільки для України, а й для всього світу. Один із способів вирішення проблеми альтернативи експлуатації нафтопродуктів – це можливість роботи як бензинових двигунів, так і дизелів на газогенераторному газі, який утворюється в результаті газифікації твердого палива. Історія створення і експлуатації газогенераторних транспортних засобів (ТЗ) заслуговує нового осмислення та відтворення на новому витку технічного розвитку автомобілетракторобудування. Генераторний газ може замінити нафтопродукти, хай локально, але повернути до експлуатації деяку кількість одиниць техніки, двигуни якої не економічно експлуатувати. В конструкції газогенераторних установок (ГУ) важливі функції виконує очисно-охолоджуюча система (ООС). Газ, який отримується в генераторі, має високу температуру, і, якщо його не охолодити, циліндри двигуна ефективно наповнюватись не будуть, що приведе до погіршення тягово-швидкісних властивостей (ТШВ) ТЗ. Проведені раніше дослідження та досвід експлуатації свідчать, що при переведенні на газогенераторне паливо двигунів серійних ТЗ потенційні енергетичні можливості такого палива використовуються недостатньо. Внаслідок цього також погіршуються ТШВ ТЗ та зростає собівартість транспортних перевезень. Одним із шляхів вирішення проблеми експлуатації ТЗ з ГУ є оптимізація параметрів системи «двигун-трансмсія» та покращення ТШВ ТЗ в результаті цієї оптимізації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності до Державної науково-технічної програми за номером 5.5 „Ресурсозберігаючі та енергоефективні технології машинобудування” за напрямом – „Розробка технологій конвертації двигунів на альтернативні види палива”, визначених Міністерством освіти і науки України.

Мета та задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення процесу газифікації для зменшення втрат потужності двигуна з газогенераторною установкою та покращання показників тягово-швидкісних властивостей раціональним вибором параметрів системи «двигун-трансмсія».

Для досягнення поставленої мети **задачі дослідження** сформульовані наступним чином:

- провести аналіз техніко-експлуатаційних показників серійних ТЗ з ГУ;
- розробити основні методологічні положення для дослідження системи “ГУ – двигун - ТЗ”;

- розробити та уточнити моделі процесів теплопередачі та фільтрації ООС ГУ та проаналізувати вплив параметрів цих процесів на систему “ГУ - двигун - ТЗ” та її ТШВ;
- визначити показники роботи двигунів на генераторному газі та параметри ГУ;
- виконати порівняльний аналіз показників тягово-швидкісних властивостей ТЗ з ГУ відносно базового ТЗ;
- розробити практичні рекомендації щодо поліпшення тягово-швидкісних властивостей ТЗ з ГУ;
- провести експериментальні дослідження натурального зразка газогенераторного ТЗ з перевіркою його ТШВ.

Об’єкт дослідження – тягово-швидкісні властивості ТЗ з ГУ.

Предмет дослідження – процеси теплопередачі в системі “ГУ - двигун - трансмісія” та їх вплив на показники ТШВ ТЗ.

Методи дослідження передбачали моделювання нестационарного процесу теплопередачі в системі “ГУ - двигун - ТЗ”, багатоваріантні розрахунки на персональному комп’ютері показників ТШВ автомобілів зі штатними бензиновими і газовими двигунами, а також двигунами із ГУ зі стандартною трансмісією та пропонованою трансмісією, і експериментальну перевірку цих показників на газогенераторному автомобілі (ГА).

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше запропоновано модель нестационарного процесу теплопередачі для дослідження системи “ГУ - двигун - ТЗ”. На основі розробленої моделі нестационарного процесу теплопередачі визначені основні параметри корисного використання тепла від системи “ГУ - двигун - транспортний засіб”. Запропоновано модель оцінки ефективності використання ТЗ з ГУ. Виконано порівняльний аналіз ТШВ базового (бензинового) автомобіля та автомобіля з ГУ. Визначені передаточні числа трансмісії для покращення показників ТШВ автомобілів з ГУ.

Експериментально встановлено: величину температури та кількість пилу в системі “ГУ - двигун - ТЗ”; стендові та дорожні тягово-швидкісні якості вантажного автомобіля з ГУ.

Достовірність результатів підтверджується:

- коректним використанням методів загальної теорії систем для моделювання недосліджених параметрів стану системи “ГУ - двигун - ТЗ”;
- адекватністю результатів математичного моделювання і визначенням показників тягово-швидкісних властивостей ТЗ з ГУ.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновано конструкцію фільтра грубої очистки та охолоджувача в системі “ГУ - двигун - ТЗ”. Одержані результати теоретичних та експериментальних досліджень можна використати при проектуванні ГУ. Запропоновані рекомендації щодо поліп-

шення тягово-швидкісних властивостей ТЗ з ГУ та використання тепла від установки в експлуатації.

Результати науково-дослідної роботи впроваджено у виробництво та навчальний процес.

Особистий внесок здобувача. Особисто здобувачем отримано результати, які перелічені у науковій новизні роботи. Всі основні результати, що виносяться на захист, отримані здобувачем самостійно та опубліковані у 9 наукових працях та в 3 тезах доповідей, підтверджені патентом України за №79600. Роботи [2, 5, 6, 7, 8, 11, 13] виконані самостійно. В роботах, у співавторстві, здобувачу належать: у роботі [1] — аналіз серійних пристроїв ООС та визначення перспективи використання газогенераторних установок; у роботі [3] — запропонована модель нестационарного процесу теплопередачі в ООС; у роботі [10] — виконана оптимізація розмірів грубих очисників-охолоджувачів; у роботі [4] — розроблений комплекс робіт з встановлення газогенераторної установки на трактор ДТ-175С; у роботі [12] — запропонований спосіб пуску двигуна внутрішнього згоряння трактора чи автомобіля при низькій температурі навколишнього середовища; у роботі [9] — запропоновані формули для статистичної обробки непрямих системних вимірювань температури.

Апробація роботи. Результати досліджень доповідались на: IV-V наукових конференціях аспірантів та співробітників Державного агроекологічного університету в 2002-2003рр. м. Житомир; на Всеукраїнській науково-практичній конференції з практичного навчання Житомирського агротехнічного коледжу у 2004р. м. Житомир; на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції „Простір і час сучасної науки” у 2006р. м. Київ; на V Міжнародній науково-практичній конференції „Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи у сільському та лісовому господарстві – 20 років після аварії на ЧАЕС” у 2006р. м. Житомир; на II Міжнародній науково-практичній конференції студентів і молодих вчених „Перспективна техніка і технології – 2006” у 2006р. м. Миколаїв.

Публікації. Матеріали дисертаційної роботи опубліковані: в 9 статтях фахових видань; 3 тезах доповідей; патенті України за №79600.

Обсяг і структура дисертаційної роботи. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, який нараховує 169 найменувань, і 5 додатків. Повний обсяг дисертації становить 189 сторінки (з них 167 сторінок основного тексту, 39 рисунків, 45 таблиць).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтована актуальність роботи, сформульовані мета, задачі, об'єкт і предмет дослідження, викладені наукова новизна, практичне значення, інформація про апробації та публікацію основних положень дисертації.

У першому розділі розглянуто і проаналізовано процес газифікації та конструкцію пристроїв транспортних ГУ, методи покращання ТШВ ТЗ. Обґрунтовано доцільність застосування газогенераторних автомобілів, а

також мету та задачі дослідження. Транспортний засіб з ГУ – це в багатьох випадках серійний трактор чи автомобіль з установкою, яка генерує горючий газ, що слугує паливом для двигунів. Тому більшість експлуатаційних властивостей газогенераторних ТЗ, в порівнянні з базовими серійними, залишаються незмінними. Це не стосується тягових властивостей, адже при роботі двигуна на газоповітряній суміші його ефективна потужність значно менша в порівнянні з роботою на бензині. Розглянуто відомі серійні конструкції ГУ та її складову ООС. Загальну конструкцію ГУ крім газогенератора 1 класично складають пристрої для охолодження 3, очищення 2, 4 газу. Крім того в газогенераторну установку входять пристрої для наддуву повітря – вентилятори 5, пристрій для приготування робочої суміші з очищеного та охолодженого газу і повітря – змішувач, інші пристрої при необхідності (див. рис.1).

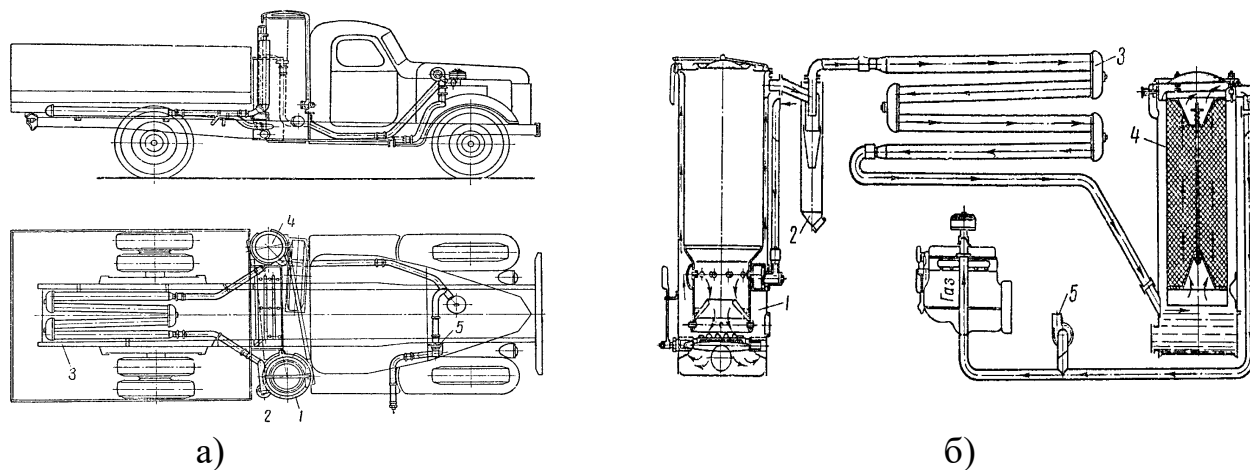


Рис. 1. Загальна конструкція транспортної ГУ:

а) розміщення на автомобілі ЗиЛ-164 г/г ; б) схема загальної конструкції ГУ.

У другому розділі встановлено вплив вхідних параметрів системи «ГУ – двигун» на роботу двигуна газогенераторних ТЗ. Перед проектуванням цієї системи слід визначити параметри газифікації, які мають ґрунтуватися на конкретних умовах протікання цього процесу. В таблиці 1 показана частина розрахованих показників газогенераторів двигунів ЗМЗ-53 та ЗиЛ-130.

Таблиця 1

Показники роботи двигунів ЗМЗ-53 та ЗиЛ-130 на генераторному газі

Марка двигуна	Середній індикат. тиск P_i , МПа	Індикаторний ККД η_i	Ефект. потужн. N_e , кВт	Витрата палива G_m , кг/год	К-сть повітря L_0 , м ³	Витрата газу, V_g , м ³ /год.	Витрата суміші $V_{см}$, м ³ /год.
ЗМЗ-53	0,638	0,341	52,71	55,745	1,09	122,64	285,61
ЗиЛ-130	0,624	0,335	71,94	79,791	1,09	173,14	403,21

Функції пристроїв ГУ та її складової ООС розглядали раніше, як окремі, мало залежні одне від одного процеси. Щоб з'ясувати можливе функціонування пристроїв ГУ в складі системи “ГУ – двигун”, було сформульоване формальне поняття системи, її конструкції, тощо. Розглянуто раніше недосліджені теоретичні моделі системи “ГУ – двигун”. Визначено, що дану систему не можна відносити до об'єктів – “чорних ящиків”, так, як математичний апарат пропонує методи для опису процесів в цій системі.

З початку процесу газифікації, коли починає утворюватися генераторний газ, до системи підводиться тепло. Процес передачі тепла, до початку роботи двигуна на генераторному газі, носить яскраво виражений нестационарний характер, подібні процеси раніше не досліджувались. Було складено модель теплопередачі на основі рівняння теплообміну в диференціальній формі, подібну до моделі В.А. Ніколаєва. Це рівняння, складене на основі теплового балансу у системі, має вигляд:

$$q \cdot d\tau = c \cdot dt + \alpha \cdot F_o \cdot (t - t_o) \cdot d\tau \quad (1)$$

В лівій частині рівняння – величина теплового потоку q (кДж/год), що нестационарно отримується системою “ГУ – двигун” в результаті процесу газифікації. В правій частині рівняння – добуток $c \cdot dt$ – це кількість теплоти, яка йде на нагрів системи “ГУ – двигун” від початкової до заданої температури, де c – теплоємність системи, кДж/град; dt – зміна середньої температури системи. В правій частині рівняння – нестационарні витрати теплоти через стінки пристроїв ГУ та ООС, визначені на основі закону теплопередачі Ньютона: $\alpha \cdot F_o \cdot (t - t_o) \cdot d\tau$, де α – коефіцієнт тепловіддачі від стінок до навколишнього середовища, кДж/м² · град; t – середня температура ГУ, °С; t_o – температура навколишнього середовища, °С; τ – час передачі теплоти, год; F_o – поверхня охолодження пристроїв системи, м². Один із розв'язків рівняння (1) має вигляд:

$$t - t_o = q \cdot (1 - \exp(-\alpha \cdot F_o \cdot \tau / c)) / \alpha \cdot F_o \quad (2)$$

Різницю $t - t_o$ названо „різниця температур Δt ”. Залежність цього параметра від часу роботи τ і від площі охолодження F_o системи наведено на рис. 2, 3.

Як і в будь-якій моделі об'єкта, в даній моделі допущено ряд спрощень зв'язків між параметрами. Не враховуються практично незначні втрати енергії на випромінювання тепла та нагрівання сусідніх агрегатів. Приймають однаковими температуру ГУ та стінок її елементів, як середню між температурою найбільш гарячою та холодною точками установки, рахують її теплоємність, як суму теплоємностей її окремих мас – матеріалів стінок, газу, тощо.

Процес фільтрації газу, як один із визначників стану системи “ГУ – двигун”, відрізняється складністю моделювання. Для спрощення цього процесу розглядали його окремі складові ефекти: дотику, гравітаційного осаду, сита, тощо. Для створення моделі вловлювання пилу фільтром із склоткани-

ни використано рівняння, яке отримали Денніс Р. і Клемм Х.А. методом послідовного наближення результатів експериментів:

$$C_o = (P_{ns} + (0,1 - P_{ns}) \cdot \exp(-A \cdot W)) \cdot C_i + C_R, \quad (3)$$

$$P_{ns} = 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot \exp(12,7 \cdot (1 - t^{60,18 V})), \quad (4)$$

$$A = 4,66 \cdot 10^4 \cdot V + 0,094, \quad (5)$$

де C_o - концентрація частинок на виході з фільтру, $\text{г}/\text{м}^3$; P_{ns} - безрозмірна постійна; V - локальна лобова швидкість газу, $\text{м}/\text{с}$; W - кількість частинок на фільтрі, $\text{г}/\text{м}^3$; C_R - концентрація винесених з фільтру частинок, приймається постійною ($C_R = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$); C_i - концентрація частинок на вході, $\text{г}/\text{м}^3$.

Розраховано параметри моделі вловлювання пилу фільтром зі склотканини, отримані дані використані для побудови графічних залежностей, що представлені на рис. 4 та 5. Встановлено, що для забезпечення концентрації частинок на виході з фільтру $C_o = 0,007 \text{ г}/\text{м}^3$, необхідно мати висоту фільтрувального елемента типу «скловолокно» не менше $0,57 \text{ м}$.



Рис. 2. Залежність температури Δt від часу роботи τ системи.

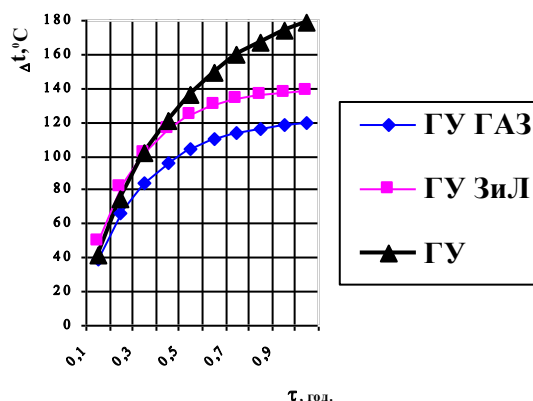


Рис. 3. Залежність температури Δt від площі охолодження F_o системи.

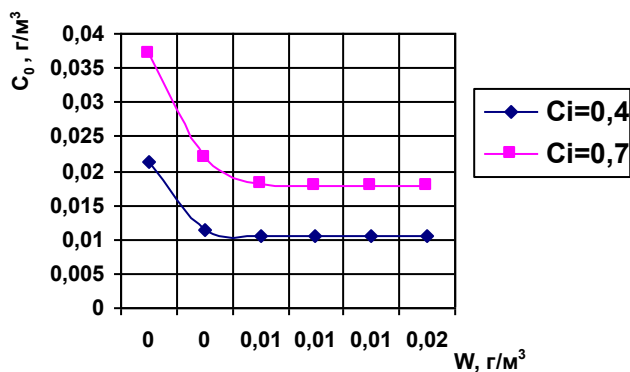


Рис. 4. Залежність концентрації частинок на виході з фільтру C_o від кількості частинок на фільтрі W .

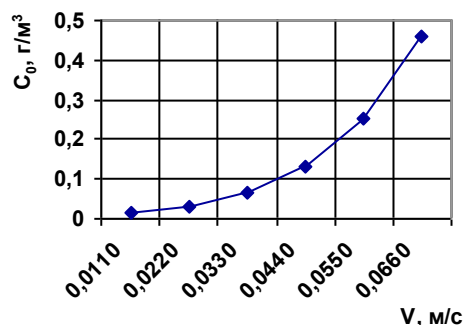


Рис. 5. Залежність концентрації частинок на виході з фільтру C_o від локальної лобової швидкості V .

Вплив температури газогенераторного газу на середній ефективний тиск p_e оцінювали за формулою:

$$p_e = k' \cdot \frac{Q_H}{\alpha \cdot L_0} \cdot \eta_v \cdot \eta_i \cdot \eta_m \cdot \frac{p_0}{R \cdot T_0}, \quad (6)$$

де k' - постійний коефіцієнт; Q_H - нижча теплотвірна здатність; α - коефіцієнт надлишку повітря; L_0 - кількість повітря, теоретично необхідного для спалювання газу; η_v - коефіцієнт наповнення циліндрів; η_i , η_m - відповідно індикаторний і механічний ККД; R - універсальна газова постійна; p_0 і T_0 - тиск і температура газоповітряної суміші при впуску. Було враховано складність параметричних зв'язків у формулі (6), коефіцієнт наповнення циліндрів двигуна визначали:

$$\eta_v = \left(\frac{\varepsilon \cdot p_a}{T_a} - \frac{p_z}{T_z} \right) \cdot \frac{T_n}{p_n \cdot (\varepsilon - 1)}, \quad (7)$$

де p_n і T_n - тиск і температура навколишнього середовища (безпосередній зв'язок з параметрами p_0 і T_0); p_z і T_z - тиск і температура залишкових газів; p_a і T_a - тиск і температура в кінці такту впуску. Вплив відносного підвищення температури суміші на коефіцієнт наповнення циліндрів та ефективну потужність газогенераторного двигуна представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив відносного підвищення температури суміші на коефіцієнт наповнення циліндрів та ефективну потужність газогенераторного двигуна

Температура газоповітряної суміші T_0 , °C	Відносна зміна, %	
	коефіцієнта наповнення циліндрів η_v	ефективної потужності N_e
15	100	100
25	93	89
35	80	75

Використавши окремі експериментальні та врахувавши розраховані дані (див. таблицю 1), побудували швидкісні характеристики двигунів ЗМЗ-53 та ЗиЛ-130 з ГУ (рис. 6 та 7).

У третьому розділі виконано порівняльний аналіз показників тягово-швидкісних властивостей ТЗ з ГУ відносно базового ТЗ та розроблено рекомендації щодо поліпшення тягово-швидкісних властивостей ТЗ з ГУ шляхом раціонального вибору параметрів системи «двигун-трансмсія».

Проведений аналіз швидкісних характеристик двигунів ЗМЗ-53 та ЗиЛ-130 з ГУ свідчить, що при використанні генераторного газу для живлення двигуна, ефективна потужність його зменшується до 39%, тягово-динамічні та швидкісні властивості автомобілів з такими двигунами погіршуються. У зв'язку з тим, що використання спеціальних газових двигунів у найближчі

роки навряд чи можливе, слід шукати шляхи підвищення тягово-швидкісних властивостей газогенераторних автомобілів за рахунок оптимізації параметрів системи “двигун - трансмісія”, зменшення вантажопідйомності.

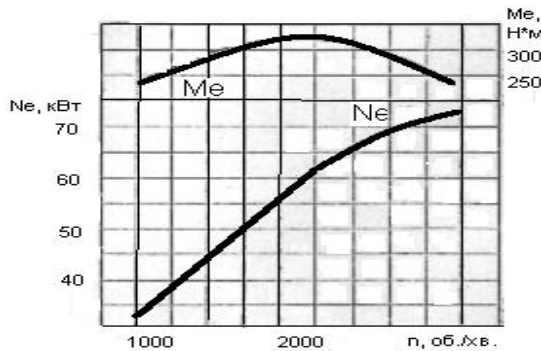


Рис. 6. Швидкісна характеристика двигуна ЗиЛ-130 з ГУ

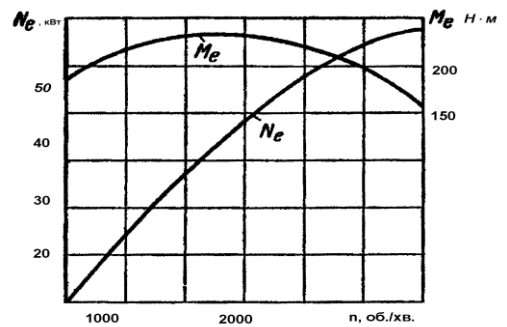


Рис. 7. Швидкісна характеристика двигуна ЗМЗ-53 з ГУ

Показники тягово-швидкісних властивостей ГГА визначено шляхом розв’язку диференціального рівняння руху автомобіля, яке відоме у вигляді:

$$\frac{dV}{dt} \cdot M_a \cdot \delta_{об} = P_{кол}(V) - P_{он}(V, V^2) \pm G_a \cdot \sin \alpha \quad (8)$$

де M_a – повна маса автомобіля, кг; $\delta_{об}$ – коефіцієнт, який ураховує обертові маси автомобіля; $P_{кол}(V)$ – повна колова сила на ведучих колесах автомобіля, Н; $P_{он}(V, V^2)$ – сума сил опору руху автомобіля, які залежать від швидкості його руху, Н; $G_a \cdot \sin \alpha$ – сила опору підйому, Н; G_a – сила тяжіння від повної маси автомобіля, Н; α – кут поздовжнього нахилу полотна дороги; V – швидкість руху автомобіля, м/с; dV/dt – прискорення автомобіля, м/с².

В таблицях 3 і 4 показана частина розрахованих показників ТШВ автомобілів ГАЗ-53-12, ЗиЛ-431410 в базовій комплектації та у випадку встановлення на них ГУ.

Таблиця 3

**Параметри розгону автомобілів
на бензині та генераторному газі до 16,7 м/с**

Автомобіль	Час розгону τ , с	τ , %	Шлях розгону S , м	S , %
ГАЗ-53-12	32,71	100,0	332,1	100,0
ГАЗ-53-12 ГУ	82,49	252,2	1042,8	314,0
ЗиЛ-431410	37,53	100,0	303,7	100,0
ЗиЛ-431410 ГУ	88,79	238,5	851,9	280,5

Таблиця 4

Показники ТШВ автомобілів на бензині та генераторному газі

Модель автомобіля	Максимальний підйом	Максимальна сила тяги, Н	Максимальне прискорення, м/с ²
ГАЗ-53-12	0,341	27506	0,798
ГАЗ-53-12 з ГУ	0,214	19928	0,697
ЗиЛ-431410	0,336	37462	0,831
ЗиЛ-431410 з ГУ	0,202	28027	0,739

Максимальну швидкість визначили шляхом розв'язку рівняння потужнісного балансу автомобіля, яке записується у вигляді:

$$V_{\max}^3 kF + V_{\max}^2 k_f G_a + V_{\max} f_0 G_a - 1000 N_e \eta_m = 0, \quad (9)$$

де k – коефіцієнт опору повітря, $\text{H} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$; F – площа проекції автомобіля на площину, що перпендикулярна поздовжній осі автомобіля, м^2 ; k_f – коефіцієнт, що враховує приріст сили опору кочення автомобіля від швидкості його руху, $k_f = 0,000036 \times V^2$; f_0 – коефіцієнт опору кочення при швидкості автомобіля 1 м/с.

Швидкість за кінематичними параметрами трансмісії визначено як:

$$V_a = \frac{\omega_N \times r_k}{u_{mp}}, \quad (10)$$

де ω_N – кутова швидкість колінчастого вала двигуна в режимі максимальної потужності.

Встановлено, що є значні розбіжності (до 13%) у величинах максимальної швидкості руху, що визначена за енергетичними можливостями ГГА і за кінематичними параметрами його трансмісії. Тому була потреба раціонально вибрати параметри системи «двигун-трансмісія», які впливають не тільки на ТШВ автомобілів з ГУ, але й на показники паливної економічності ГГА.

Встановлено, що на сьогодні важко порівняти паливну економічність автомобіля з ГУ відносно базового, в першу чергу, через складність у визначенні кількості твердого палива, яке газифікується в газогенераторі. Пояснити це можна тим, що під час процесу газифікації паливо неповністю вигоряє в газогенераторі і різна його кількість може потрапляти до піддону з попелом. Коли, можливо, будуть вирішені ці та подібні технічні проблеми, тоді з'явиться можливість більш точно визначити паливну економічність автомобілів з ГУ, але й зараз тверде паливо (деревина, вугілля, торф, тощо) з точки зору його вартості (35-50 грн./100 км для ГАЗ-53-12 з ГУ) значно переважає нафтове паливо. На рис. 8 представлена паливна характеристика усталеного руху ГГА.

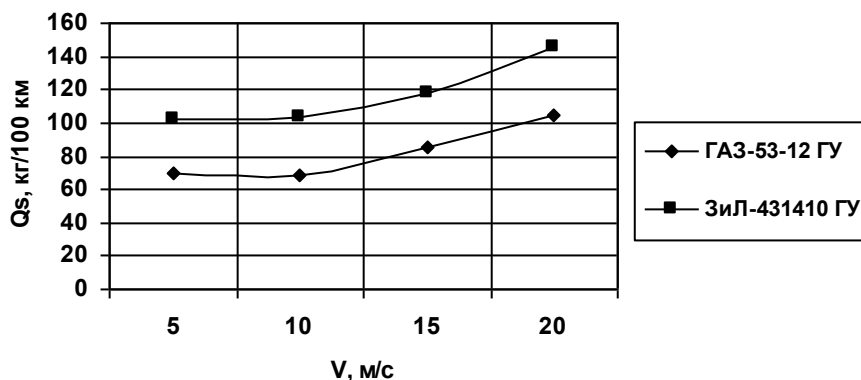


Рис. 8. Паливна характеристика усталеного руху ГГА

Розраховано для автомобілів ГАЗ-53-12 та Зил-431410 з ГУ передаточні числа трансмісії за відомими законами та методиками. Для визначення ряду передаточних чисел трансмісії цих автомобілів використано математичний апарат чисельних методів оптимізації. За критерії взято наступні показники: G_1 – максимальна швидкість у відповідності до вантажопідйомності, м/с; $G_2 \cdot 10^{-1}$ – час розгону до швидкості 16,67 м/с; $G_3 \cdot 10^{-1}$ – час проходження 400 м, с; $G_4 \cdot 10^{-1}$ – час проходження 1000 м, с; G_5 – максимальна сила тяги, кН; G_6 – максимальний підйом, що долається, град., на першій передачі; $G_7 \cdot 10^1$ – прискорення, на другій передачі, м/с²; $Q_1 \cdot 10^{-1}$ – контрольна витрата палива, кг/год; Q_2 – витрата палива, кг/10 км при швидкості 16,67 м/с; Q_3 – витрата палива, кг/10 км при максимальній швидкості. Значення критеріїв для автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ наведені у таблиці 5.

Таблиця 5

**Значення критеріїв оптимізації силових агрегатів
автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ**

Критерії	Варіант трансмісії		
	ГАЗ-53-12 з газогенераторною установкою		
	I	II	III
G_1	21,26	22,01	21,16
$G_2 \cdot 10^{-1}$	8,35	8,29	8,57
$G_3 \cdot 10^{-1}$	5,18	4,88	5,53
$G_4 \cdot 10^{-1}$	13,71	13,41	13,87
G_5	21,15	18,81	20,63
G_6	21,46	18,14	21,26
$G_7 \cdot 10^{-1}$	7,35	7,31	6,83
$Q_1 \cdot 10^{-1}$	8,96	8,85	8,79
Q_2	8,86	8,76	8,63
Q_3	10,27	10,91	10,09

Обґрунтовано ефективність експлуатації транспортних засобів з ГУ. Для цього запропоновано модель, в якій враховано, через комплексні показники, можливість внесення конструктивних змін в трансмісію, компоновання ТЗ з ГУ:

$$\begin{cases} z = p_1 \cdot x_1 + \dots + p_n \cdot x_n \\ x_1 + \dots + x_n \leq F \\ a_{11} \cdot x_1 + \dots + a_{1n} \cdot x_n \leq R_{a1} \\ a_{k1} \cdot x_1 + \dots + a_{kn} \cdot x_n \leq R_{ak} \\ 0 \leq x_1 \leq c_1 \cdot F \\ 0 \leq x_n \leq c_n \cdot F \end{cases} \quad (11)$$

де z – цільова функція, яка визначає основний критерій оптимальності – максимізацію продуктивності ТЗ; p_1, \dots, p_n – продуктивність кожного ТЗ; F – фонд часу експлуатації визначеної множини ТЗ; x_1, \dots, x_n – частина фонду часу F ; c_1, \dots, c_n – граничні обмеження часу експлуатації кожного ТЗ; R_{a1}, \dots, R_{ak} – загальний енергетичний ресурс різних видів енергоджерел;

$\begin{pmatrix} a_{11}, \dots, a_{1n} \\ a_{k1}, \dots, a_{kn} \end{pmatrix}$ – загальна енергоємність різних видів палива, затрат праці і експлуатації.

Швидкість руху, при моделюванні ефективності експлуатації транспортних засобів з ГУ, визначалась за формулою:

$$V = \sqrt[3]{\frac{23400 \cdot \eta_{TP} \cdot N_e}{k \cdot F} + \sqrt{\left(\frac{13 \cdot G_a \cdot \psi}{3 \cdot k \cdot F}\right)^3 + \left(\frac{23400 \cdot \eta_{TP} \cdot N_e}{k \cdot F}\right)^2}} + \sqrt[3]{\frac{23400 \cdot \eta_{TP} \cdot N_e}{k \cdot F} - \sqrt{\left(\frac{13 \cdot G_a \cdot \psi}{3 \cdot k \cdot F}\right)^3 + \left(\frac{23400 \cdot \eta_{TP} \cdot N_e}{k \cdot F}\right)^2}} \quad (12)$$

За допомогою моделі, записаної формулою (11), зроблено оцінку ефективності застосування автомобілів, які обладнані ГУ (див. таблицю б).

Таблиця б

**Дані до розрахунку ефективності експлуатації
автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ**

Комплектація	Обмеження фонду F , год.	Енерго-еквівалент палива, МДж	Енерго-затрати експлуатації, МДж	Середня продуктивність, т/год.	Критерій ефективності F/m_e
З установкою СПГ	140	1388,4	5,7	4	0,25
З установкою газогенераторною	45	693,6	11,8	3	0,33

Виконано порівняльний аналіз показників ТШВ газогенераторних ТЗ з модернізованою трансмісією відносно базових ТЗ, за які взято автомобілі ГАЗ-53-12 та ЗиЛ-431410. Дані аналізу представлено графічно на рисунках 9, 10.

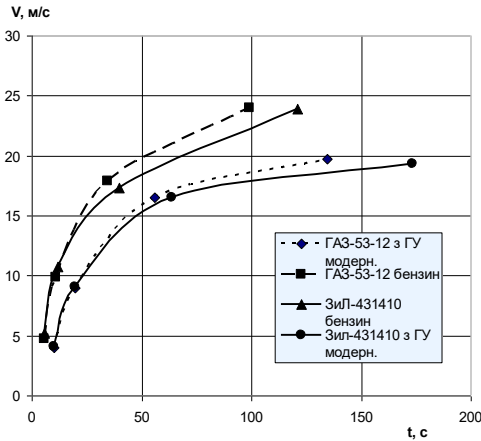


Рис 9. Порівняння часу розгону ГГА з модернізованими трансмісіями відносно базового автомобіля

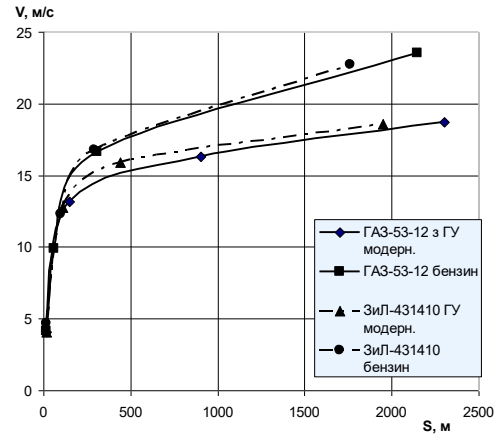


Рис 10. Порівняння шляху розгону ГГА з модернізованими трансмісіями відносно базового автомобіля

У четвертому розділі представлено результати досліджень створеного натурального зразка газогенераторного ТЗ та його тягово-швидкісних властивостей, а також впровадження отриманих результатів у виробництво та навчальний процес. Для кожного з експериментів була розроблена загальна структура, підібрано методи їх проведення. Створено натурний зразок газогенераторного ТЗ на базі автомобіля ГАЗ-53-12. Конструктивні розміри газогенератора натурального зразка наступні: діаметр камери газифікації $D_k = 281,2$ мм; діаметр горловини $d_c = 130,1$ мм; висота активного шару $H_s = 212,1$ мм; періодичність довантаження бункера $t_b = 1,3$ год. Визначено, що теплова енергія, яка вивільнилась в результаті процесу газифікації палива, на чверть втрачається, а саме відводиться у навколишнє середовище через стінки ГУ.

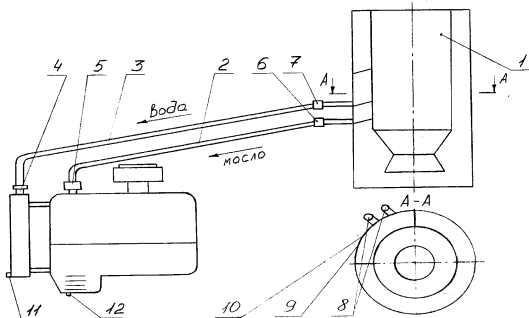


Рис 11. Схема використання тепла від процесу газифікації

Розроблено спосіб (рис. 11) підведення тепла до двигуна для його швидкого пуску в зимових умовах. Газогенератор 1, будь-якого типу з відомих, газифікує тверде паливо, при цьому виділяється кількість тепла, яка частково передається через стінку бункера до ємкостей з оливою та водою. Коли ці

рідини нагріються, крани 6 та 7 відкриваються і трубопроводами 2 та 3 вони надходять до двигуна, де, змішуючись з його холодними оливою та водою, передають їм тепло. При необхідності надлишок рідин, після запуску, можна видалити через зливні крани (чи пробки) 11 та 12. Для опису процесу передачі тепла можна записати:

$$dQ = \frac{\lambda_c \cdot (t_1 - t_2) \cdot S_c}{l_c} d\tau, \quad (13)$$

де dQ – кількість теплоти, що проходить через стінку; λ_c – коефіцієнт теплопровідності; S_c – поверхня стінки; l_c – довжина стінки; $d\tau$ – зміна часу, за який проходить теплопередача.

Проінтегрувавши кожен частину рівняння (13) і отримуємо:

$$Q = \int_{\tau_0}^{\tau} \frac{\lambda_c \cdot (t_1 - t_2) \cdot S_c}{l_c} \cdot d\tau = \frac{\lambda_c \cdot (t_1 - t_2) \cdot S_c}{l_c} \cdot (\tau - \tau_0) \quad (14)$$

Сумарний об'єм V_c ємкостей для підігріву масла та охолоджуючої рідини записано, як:

$$V_c = \frac{1}{4} (V_{ч.кор.} - V_{ч.бун.}) = \frac{\pi \cdot h}{16} ((d_\delta + 0,06)^2 - d_\delta^2) \quad (15)$$

За допомогою формул (13-15) встановлено, що при температурі навколишнього середовища - 20°C достатньо 5,6 хвилини для розігріву охолоджуючої рідини та оливи для пуску газогенераторного двигуна ЗМЗ-53. Запропоновано нову конструкцію фільтра-охолоджувача ГУ (див. рис. 12). Експериментальне визначення кількості пилу в об'ємі газу виконано за відомими методами, що використовуються в техніці. Отримані результати співвідносяться з даними Токарева Г. Т. на 7-15%. Для вимірювання температури на ділянках системи "ГУ - двигун - ТЗ" було вибрано за основний термоелектричний метод, результати дослідження в таблиці 7.

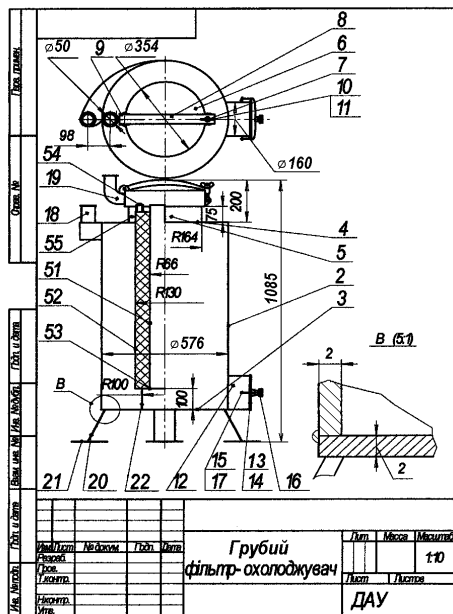


Рис. 12. Нова конструкція фільтра-охолоджувача

Для проведення експериментальних досліджень встановлено ГУ на автомобілі ГАЗ-52 та ГАЗ-53 (див. рис. 13 і 14). Виконана лабораторна перевірка ефективної потужності двигуна з ГУ та ТШВ переобладнаного автомобіля ГАЗ-53 з ГУ на стенді СТК-2М (табл. 8 та 9). Технологія стендових лабораторних досліджень автомобілів з ГУ дещо відрізняється від базових (бензинових) автомобілів. При підготовці до випробовувань автомобілів з ГУ слід враховувати час на розпалювання газогенератора, при цьому можна врахувати результати температурних досліджень даної роботи (таблиця 7). Тільки після виходу на режим повного розігріву газогенератора та прогріву двигуна до 70-90°C допускається підключення електроживлення стенда.

Визначено величину зменшення ефективної потужності двигуна при переобладнанні базового ТЗ в газогенераторний, яка склала 41%, відносна похибка моделювання становить 7,3%.

В таблицях 7-11: Δ_n - довірна межа похибки вимірювання; ε – відносна похибка результатів вимірювання; ε_m – відносна похибка моделювання.

Таблиця 7

Результати вимірювань температури в системі “ГУ - двигун - ТЗ” і перевірки адекватності моделі нестационарного процесу теплопередачі

Модель ГУ	Час роботи системи $\tau = 0,5$				Час роботи системи $\tau = 1$			
	$\langle t_{екс} \rangle$	Δ_n	ε	ε_m	$\langle t_{екс} \rangle$	Δ_n	ε	ε_m
ЗМЗ-53	95,7	1,9	2,0	8,3	109,7	1,7	1,6	8,2
СМД-66	180,9	1,5	1,1	27,1	204,9	1,3	0,7	19

Таблиця 8

Дані порівняння стендових тягових якостей

Встановлена швидкість автомобіля, км/год	Базовий автомобіль ГАЗ-53-12				Автомобіль ГАЗ-53-12 з ГУ			
	$P_{к.екс.},$ кН	ε	Δ_n	ε_m	$P_{к.екс.},$ кН	ε	Δ_n	ε_m
40	6,25	5,2	0,13	4,9	5,46	7,4	0,11	6,9
60	4,21	7,9	0,07	3,2	3,39	10,7	0,09	5,1



Рис. 13. Розміщення ГУ на рамі автомобіля ГАЗ-52



Рис. 14. Розміщення ГУ на кузові автомобіля ГАЗ-53-12

Таблиця 9

Дані порівняння лабораторних якостей розгону

Встановлена швидкість автомобіля, км/год	Базовий автомобіль ГАЗ-53-12				Автомобіль ГАЗ-53-12 з ГУ			
	$T_{екс.},$ с	ε	Δ_n	ε_m	$T_{екс.},$ с	ε	Δ_n	ε_m
40	19,1	6,1	0,78	4,2	53,8	6,7	0,61	7,5
60	36,7	6,8	0,39	9,2	91,3	8,9	0,38	9,0

Під час дорожніх випробувань визначалися показники тягово-швидкісних властивостей автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ відповідно до ГОСТ 22576-90 (див. *таблиці 10*).

Таблиця 10

**Дані перевірки адекватності теоретичного розрахунку показників
ТШВ автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ в дорожніх умовах**

Показники	$\langle x_{екс} \rangle$	Δ_n	ε	ε_m
Максимальна швидкість, м/с	19,8	1,4	1,97	7,91
Час розгону до швидкості 16,67 м/с, с	89,7	3,7	3,92	8,41
Час проходження 400 м, с	50,8	2,8	3,28	11,32
Час проходження 1000 м, с	134,8	3,0	2,41	9,55

Як видно із *таблиці 10*, максимальне відхилення у визначенні часу проходження мірного відрізка дещо більше у порівнянні із визначенням максимальної швидкості. Пояснено це тим, що водії, як показує обробка результатів експерименту, переключують передачі не за максимальної частоти обертання колінчастого вала, а при дещо нижчій (290...300 рад/с), що призводить до збільшення часу проходження 400 і 1000 м.

Адекватність теоретичного дослідження ефективності експлуатації автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ перевірялось прямими вимірюваннями маси вантажу, що перевозились автомобілями з установками СПГ та газогенераторною. В *таблиці 11* представлено результати отриманих таких даних з вимірювання маси вантажів та визначення випадкової похибки цих вимірювань при ймовірності $P=0,95$, яка прийнята для досліджень в галузі техніки.

Таблиця 11

Результати визначення випадкової похибки вимірювання маси вантажу

Комплектація	$\langle m_{екс} \rangle$, т	$\sigma_{\langle m \rangle}$	Δ_n	ε	ε_m
З установкою СПГ	557,7	0,72	9,1	1,6	0,4
З газогенераторною установкою	120,6	1,27	16,2	13,4	10,7

Розглянуто можливість та перспективи встановлення ГУ на гусеничні та колісні трактори загального призначення (рис. 15). Встановлено, що експериментальні дослідження необхідно продовжувати шляхом дослідження режимів роботи турбокомпресора та регулятора паливного насоса високого тиску двигунів таких тракторів.



Рис. 15. Розміщення ГУ на тракторі

ВИСНОВКИ

1. Один із способів вирішення проблеми альтернативи експлуатації нафтопродуктів - це можливість роботи як бензинових двигунів, так і дизелів

на газогенераторному газі, який утворюється в результаті газифікації твердого палива. При цьому експлуатація ТЗ з ГУ повинна бути економічно доцільною. Продуктивність таких машин повинна бути на рівні з базовими ТЗ. Тому покращання техніко-експлуатаційних властивостей ТЗ з ГУ потребує нових підходів до вирішення проблемних питань.

2. Аналіз літературних джерел, практичний досвід експлуатації серійних ГУ для транспортних засобів вказує на недосконалість систем охолодження та очищення газу при газифікації і використання його у ДВЗ. Встановлено, що генераторний газ має очищатися від смолистих речовин, поряд з належним чином обраними параметрами газогенератора, оберненим способом газифікації.

3. Запропонована модель нестационарного процесу теплопередачі в системі «ГУ – ДВЗ – ТЗ», що дозволило визначати середню теоретичну температуру системи, кількість теплоти, що підводиться до системи, встановити залежність середньої температури системи від її поверхні охолодження, визначити вплив вихідної температури генераторного газу на робочий процес ДВЗ та тягово-швидкісні властивості автомобіля з ГУ.

4. Встановлено, що для ГУ двигуна ЗМЗ-53 нестационарний процес закінчується після 0,6 год роботи системи. Тепло від ГУ доцільно використовувати для пуску двигуна у холодну пору року, обігріву закритих кузовів взимку, на що отримано патент на корисний винахід України.

5. Обґрунтована модель оцінки ефективності експлуатації ТЗ з ГУ у порівнянні з базовими, в якій враховано продуктивність ТЗ, час та граничні обмеження часу експлуатації, загальний енергетичний ресурс різних видів енергоджерел, загальну енергоємність різних видів палива, затрати праці, тощо.

6. Ефективність використання автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ поряд з автомобілем цієї ж марки з установкою, яка працює на скрапленому природному газі (СПГ), у порівнянні з експлуатацією двох таких автомобілів тільки на СПГ підтверджується наступними результатами моделювання:

- загальна енергоємність експлуатації автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ менша на 55%;

- собівартість та енергоємність твердого палива удвічі менша за подібні показники для СПГ;

- два автомобілі, які працюють на СПГ перевезуть лише на 6% більше вантажу, аніж ці автомобілі у випадку, якщо на один з них встановлена ГУ.

7. Порівняльним аналізом показників ТШВ автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ, при умові зменшення вантажопідйомності на 25%, відносно базового бензинового ТЗ встановлено зниження максимального динамічного фактору на передачах до 17%, прискорення - до 12%, при більш суттєвому зменшенні максимальної швидкості руху до 25%.

8. Встановлено, що покращення показників ТШВ автомобілів з ГУ можливе за рахунок узгодження енергетичних і кінематичних параметрів силових агрегатів і трансмісії автомобіля, а також оптимізації параметрів системи «ГУ - ДВЗ - ТЗ» при економічно обґрунтованому рівні зниження вантажопідйомності автомобілів. Кращі показники ТШВ і паливної економічності забезпечуються модернізованими трансмісіями автомобілів ГАЗ-53-12 з ГУ ($u_{mp1} = 44,40$; $u_{mp2} = 28,09$; $u_{mp3} = 17,80$; $u_{mp4} = 11,29$; $u_{mp5} = 7,15$) та ЗиЛ-431410 з ГУ ($u_{mp1} = 46,85$; $u_{mp2} = 29,79$; $u_{mp3} = 18,96$; $u_{mp4} = 12,05$; $u_{mp5} = 7,68$) при умові, що такі автомобілі будуть перевозити не більше 75% вантажу у порівнянні з базовими бензиновими.

Порівняно показники ТШВ ГГА з модернізованою трансмісією, при умові зменшення вантажопідйомності на 25% по відношенню до базового автомобіля, з показниками ГГА з стандартною трансмісією, в якого зменшено вантажопідйомність на 25%, та отримано наступні результати: на 4,7% збільшується максимальна швидкість; зменшується на 16,2% час та на 19,1% шлях розганяння автомобілів до швидкості 16,67 м/с.

9. Результати роботи впроваджено у виробництво та навчальний процес.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Створення сучасного газогенераторного двигуна внутрішнього згоряння для північних районів України – важливий фактор підтримки с.-г. товаровиробника /М.І. Шмалюк, В.А. Вознюков, Б.В. Ємець, Л.В. Лось // Вісн. Інженерної академії України. – 2001. - №2. – С. 75 – 77.

2. Ємець Б.В. Визначення загальної енергоємності використання автомобілів з газогенераторною установкою в екологічних агротехнологіях // Вісн. ДАУ. – 2005. - №1. – С. 208 – 214.

3. Лось Л.В., Ємець Б.В. Ідентифікація як основа макропроекування очисно-охолоджувальної системи газогенераторної установки автотракторних двигунів в екологічному аспекті // Вісн. ДАУ. – 2005. - №2. – С. 228 - 238.

4. Лось Л.В., Ємець Б.В., Шмалюк М.І. Перспективи створення, визначення показників роботи та основних розмірів газогенераторних установок для тракторних двигунів // Вісн. ДАУ. – 2006. - №1. – С. 109 – 121.

5. Ємець Б.В. Вирішення проблеми використання радіоактивно забрудненої біомаси в якості пального для ДВЗ. П'ята Міжнародна науково-практична конференція „Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в сільському та лісовому господарстві – 20 років після аварії на ЧАЕС”. Тези доповідей. – Житомир: Видав. „ДАУ”, 2006. – С. 192 – 194.

6. Ємець Б.В. Нове осмислення історичного розвитку газогенераторів та систем охолодження і очищення газу автотракторних двигунів з метою відтворення їх виробництва. Друга Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція „Простір і час сучасної науки”. Тези доповідей. – К.: Видав. ТОВ „МЕГАНOM”, 2006. – С. 48 – 50.

7. *Ємець Б.В.* Корисне використання теплової енергії газогенераторних установок – шлях до зниження негативної дії на навколишнє середовище // Вісн. ДАУ. – 2006. - №1. – С. 200 – 209.

8. *Ємець Б.В.* Поновлення експлуатації газогенераторних установок тракторів та автомобілів з метою зниження енергозатрат в агротехнологіях. Друга Міжнародна науково-практична конференція студентів та молодих учених МДАУ „Перспективна техніка і технології - 2006”. Тези доповідей. – Миколаїв: Видав. „Вісн. аграр. науки Причорномор’я”. Спецвипуск, 2006. – С. 73 – 77.

9. *Рудзінський В.В., Ємець Б.В.* Особливості метрологічної обробки експериментальних даних при непрямим вимірюваннях температури очисно-охолоджуючої системи газогенераторної установки автотракторних двигунів // Автошляховик України. – 2006. - № 4. – С. 12–14.

10. Оптимізація техніко-економічних показників автотракторних газогенераторів – основа відтворення їх виробництва / *Л.В. Лось, О.В. Ніколенко, Б.В. Ємець, М.І. Шмалюк* // Вісн. ДАУ. – 2006. - № 2. – С. 113 – 121.

11. *Ємець Б.В.* Дослідження процесів фільтрації генераторного газу – як фактор подальшої екологобезпечної та економічної експлуатації газогенераторних установок автотракторних двигунів // Автошляховик України. – 2007. - № 2. – С. 8–12.

12. Пат. 79600 Україна, МПК F01M5/00 F02N17/00. Спосіб пуску двигуна внутрішнього згоряння трактора чи автомобіля при низькій температурі навколишнього середовища і газогенератор для його пуску: Пат. 79600 Україна, МПК F01M5/00 F02N17/00 / *Л.В. Лось, Б.В. Ємець, М.І. Шмалюк, М.Я. Артемчук* (Україна); ДАУ. – 2004042414; Заявл. 01.04.2004; Опубл. 10.07.2007, Бюл. №10. – 4с.

13. *Ємець Б.В.* Модель ефективності використання транспортних засобів з покращеними техніко-експлуатаційними показниками, які обладнані газогенераторними установками // Автошляховик України. – 2007. - № 4. – С. 14 – 17.

АНОТАЦІЯ

Ємець Б.В. Покращання показників техніко-експлуатаційних властивостей транспортних засобів з газогенераторними установками. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – „Автомобілі та трактори”. – Національний транспортний університет, Київ, 2008.

Дисертація присвячена розробці способів покращання показників тягово-швидкісних властивостей транспортних засобів з газогенераторними установками (ТЗ з ГУ).

Розроблено та уточнено модель нестационарного процесу теплопередачі в систему “ГУ - двигун - ТЗ”, перевірено її адекватність.

Виконано порівняльний аналіз основних показників тягово-швидкісних властивостей ТЗ з ГУ відносно базового ТЗ.

Розроблено практичні рекомендації щодо поліпшення тягово-швидкісних властивостей ТЗ з ГУ.

Експериментально перевірено тягово-швидкісні властивості автомобіля ГАЗ-53-12 з ГУ на стенді СТК – 2М та в дорожніх умовах, а також порівняно отримані результати з якостями базового бензинового автомобіля.

Доведено можливість ефективної експлуатації ГУ автомобілів та тракторів.

Результати науково-дослідної роботи впроваджено у навчальний процес та виробництво.

Ключові слова: система “газогенераторна установка – двигун – транспортний засіб”, математична модель, тягово-швидкісні властивості, експеримент, експлуатація.

АННОТАЦИЯ

Емец Б.В. Улучшение показателей технико-эксплуатационных свойств транспортных средств с газогенераторными установками.– Рукопись.

Дисертация на получение научной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.02 – „Автомобили и трактора”. – Национальный транспортный университет, Киев, 2008.

Дисертация посвящена разработке способов улучшения показателей тягово-скоростных свойств (ТСС) транспортных средств с газогенераторными установками (ТС с ГУ).

Рассмотрено и проанализировано процесс газификации и конструкцию устройств транспортных ГУ, методы улучшения ТСС транспортных средств.

Обосновано необходимость применения газогенераторных автомобилей, а также цель и задания на исследование.

Сделано анализ технико-эксплуатационных показателей и конструкций серийных ТС с ГУ.

Разработано и уточнено модель нестационарного процесса теплопередачи в систему “ГУ - двигатель - ТС”, проверено ее адекватность.

Определено основные показатели работы двигателей на генераторном газе и размеры ГУи ООС в составе системы “ГУ - двигатель - ТС”.

Сделано сравнительный анализ показателей тягово-скоростных свойств ТС с ГУ относительно базового ТС. Определено, что происходит снижение максимального динамического фактора на передачах до 17%, ускорения – до 12%, при больше существенному снижению максимальной скорости движения до 25%.

Разработано практические рекомендации по улучшению тягово-скоростных свойств ТС с ГУ.

Определено, что улучшение показателей ТСС автомобилей с ГУ возможно за счет согласования энергетических и кинематических параметров силовых агрегатов и трансмиссий автомобиля, а также оптимизации параметров системы «ГУ - ДВС - ТС» при экономически обоснованном уровне понижения грузоподъемности автомобилей до 25%.

Экспериментально проверено тягово-скоростные свойства автомобиля ГАЗ-53-12 с ГУ на стенде СТК – 2М и в дорожных условиях, а также проведено сравнения полученных результатов с свойствами базового бензинового автомобиля.

Доказано возможность эффективной эксплуатации ГУ автомобилей и тракторов, при этом учтено продуктивность ТС, время эксплуатации, энергетический ресурс топлива, затраты труда, и т.п.

Определено, что общая энергоёмкость автомобиля ГАЗ-53-12 с ГУ меньше на 55% по сравнению с базовым автомобилем который работает на сжатом природном газе. Себестоимость та энергоёмкость твердого топлива (древесины, угля, и т.п.) вдвое меньше за подобные показатели сжатого природного газа. Два автомобиля, которые работают на сжатом природном газе, перевезут всего на 6% больше груза чем эти автомобили в случае, если на один из них будет установлена ГУ.

Результаты научно-исследовательской работы внедрено в процесс обучения и производство.

Ключевые слова: система “газогенераторная установка – двигатель – транспортное средство”, математическая модель, тягово – скоростные свойства, эксперимент, эксплуатация.

ANNOTATION

Yemets B.V. Improvement of the indexes of technical-operating characteristics of the vehicles with gas producing installations. - Manuscript.

Thesis on degree of kandidat of technology, speciality 05.22.02 - „Automobiles and tractor”. - National University of Transport, Kiev, 2008.

Thesis is devoted to elaboration of the methods of improvement of draw-speed characteristics of the vehicles with gas producing installations.

The model of the unfixed process of heat transmission in to the system “gas producing installation – engine – vehicle” is elaborated and defined more precisely and also its adequacy is tested.

The comparative analyses of the main indexes of draw – speed characteristics of the vehicles with gas producing installations is carried out.

The practical recommendations about the improvement of the draw-speed characteristics of the vehicles with gas producing installations are elaborated.

The draw-speed characteristics of the motor car GAS-53-12 with gas producing installation on the exhibition STK-2M and in the road conditions are experimentally tested and also the received results are compared with the characteristics of the basic petrol motor car.

The possibility of the effective operation of the gas producing installations of automobiles and tractors is demonstrated.

The results of the research are introduced into the educational process.

Key words: the system “gas producing installation – engine – vehicle”, mathematical model, draw-speed characteristics, experiment, operation.