

## ОПТИМІЗАЦІЯ «ТЯГОВО-ШВИДКІСНИХ» ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ СІМЕЙСТВА «ГАЗЕЛЬ»

*Проведено аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля «ГАЗель» та параметрів системи «двигун – трансмісія» за умови заміни силового агрегату, аргументовано вибір найбільш оптимального двигуна для модернізації.*

**Ключові слова:** «ГАЗель», двигун, трансмісія, модернізація.

*Проведен анализ тягово-скоростных свойств автомобиля «ГАЗель» и параметров системы «двигатель – трансмиссия» при условии замены силового агрегата, аргументирован выбор наиболее оптимального двигателя для модернизации.*

**Ключевые слова:** «ГАЗель», двигатель, трансмиссия, модернизация.

*The analysis of the hauling speed properties of the car «GAZelle» and the analysis of the parameters of the system «engine – transmission» render the conditions of power plant replacement were carried out, the choice of the most optimum engine for modernization was argued.*

**Keywords:** «GAZelle», engine, transmission, modernization.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** У зв'язку з великим попитом на автоперевезення, структура автопарку вантажних автомобілів оптимізується й оновлюється, значно збільшується ланка автомобілів малої вантажності (до 1,5 т), зростає кількість переобладнаних дорожніх транспортних засобів.

Це обумовлено недостатньою номенклатурою існуючої техніки, скрутним економічним становищем більшості суб'єктів, що експлуатують автомобільну техніку. Також актуальним є переобладнання автомобіля для роботи на газоподібному паливі, чи заміна бензинових двигунів на дизелі через подорожчання палива.

Найбільша кількість переобладнань припадає на автомобілі «ГАЗель», тому що більшість двигунів, які встановлюються заводом-виробником, є бензиновими, а якість та експлуатаційні властивості автомобілів із цими двигунами не задовольняють власників. Тому актуальним є питання вибору оптимального двигуна для заміни.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій та виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.** У процесі переобладнання автомобілів основна увага зверталась на розв'язання проблем, які впливають на активну безпеку автомобіля. Висуваються основні вимоги до моделі двигуна [1, 2], комплектності, кріплення [2], паливної системи [3, 4], з'єднання з трансмісією, затягування нарізних з'єднань, викидів шкідливих речовин, внутрішнього та зовнішнього шуму, рівня вібрації, функціональної працездатності, технічного стану. Але належним чином не досліджено параметри системи «двигун – трансмісія», показники тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності автомобіля за умови заміни силового агрегату.

**Постановка завдання.** Переобладнання автомобілів шляхом заміни силового агрегату при незмінній трансмісії є одним із шляхів оптимізації. Основною задачею при переобладнанні автомобіля шляхом встановлення дизеля є покращення паливної економічності автомобіля при збереженні на припустимому рівні показників тягово-швидкісних властивостей.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** До основних параметрів технічної характеристики як серійного, так і переобладнаного автомобіля відносять максимальну швидкість руху. Цю швидкість визначають шляхом розв'язання рівняння потужнісного балансу автомобіля, яке записується у вигляді

$$v_{\max}^3 kF + v_{\max}^2 k_f G_a + v_{\max} f_0 G_a - 1000 N_e \eta_m = 0, \quad (1)$$

де  $k$  – коефіцієнт опору повітря;  
 $F$  – площа проекції автомобіля на площину, перпендикулярну поздовжній осі автомобіля,  $F = B \times H$ ;  
 $B$  – колія передніх коліс автомобіля;  
 $H$  – висота автомобіля;  
 $k_f$  – коефіцієнт, що враховує приріст сили опору кочення автомобіля від швидкості його руху;  
 $f_0$  – коефіцієнт опору кочення при швидкості автомобіля 1 м/с;  
 $G_a$  – сила тяжіння від повної маси автомобіля;  
 $\eta_m$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії.

Крім максимальної швидкості за енергетичними можливостями, визначалася й максимальна швидкість руху автомобіля «ГАЗель» за кінематичними параметрами трансмісії.

Швидкість за кінематичними параметрами трансмісії визначено як

$$v_a = \frac{\omega_{\max} \times r_k}{u_{mp}}, \quad (2)$$

де  $\omega_{\max}$  – максимальна кутова швидкість колінчастого вала;  
 $r_k$  – радіус кочення колеса,  
 $u_{mp}$  – загальне передаточне число трансмісії на останній передачі.  
 Отримані результати зводимо до таблиці 1.

**Таблиця 1 – Максимальна швидкість автомобіля «ГАЗель» із різними силовими агрегатами**

Модель бензинового двигуна, дизеля	Максимальна швидкість, м/с	
	за енергетичними можливостями	за кінематикою трансмісії
ЗМЗ-4063	31,55	39,49
Iveco-8140.43	32,81	26,92
Hyundai D4AB	27,92	36,82
VW DV	29,19	26,11
OM 616	27,22	32,81
Ford York 4AB	26,86	36,41

У результаті аналізу отриманих даних виявлено значні розбіжності у величинах максимальної швидкості руху, що визначена за енергетичними можливостями автомобіля і за кінематичними параметрами трансмісії. Тільки для автомобіля «ГАЗель» з двигунами Iveco-8140.43 та VW DV максимальна швидкість за енергетичними можливостями перевищує максимальну швидкість за кінематичними параметрами. Це свідчить про те, що параметри силових агрегатів, що встановлюються на автомобілі «ГАЗель», далекі від оптимальних.

Тому визначимо й інші показники, які дають змогу порівняти тягово-швидкісні властивості автомобіля, зокрема:

- 1) швидкісна характеристика на останній і передостанній передачах;
- 2) швидкісна характеристика на дорозі зі змінним поздовжнім профілем;
- 3) прискорення при розгоні;
- 4) час і шлях розгону до заданої швидкості;

5) максимальний підйом, який може подолати автомобіль;

6) сила тяги на гаку.

Кожний показник тягово-швидкісних властивостей характеризує поведінку КТЗ (колісний транспортний засіб) в одному з режимів руху, а в сукупності вони визначають середню швидкість, котра є узагальнюючим показником тягово-швидкісних властивостей.

Усі наведені показники тягово-швидкісних властивостей визначено шляхом інтегрування диференціального рівняння руху КТЗ, яке має вигляд

$$\frac{dv}{dt} \cdot M_a \cdot \delta_{об} = P_{ко} - \sum P_i, \quad (3)$$

де  $\frac{dv}{dt}$  – прискорення автомобіля, м/с<sup>2</sup>;

$M_a$  – повна маса автомобіля, кг;

$\delta_{об}$  – коефіцієнт, який ураховує обертові маси автомобіля;

$P_{ко}$  – повна колова сила на ведучих колесах автомобіля, Н;

$\sum P_i$  – сума сил опору руху автомобіля, Н.

Отримані в результаті обчислень показники середньої швидкості автомобіля зведено до таблиці 2.

**Таблиця 2 – Середня швидкість автомобіля «ГАЗель» з різними силовими агрегатами в різних дорожніх умовах**

Модель бензинового двигуна, дизеля	Середня швидкість, м/с	
	Дороги з асфальтобетонним покриттям	Дороги з перехідними типами покриття (брукове, щебенево, гравійне)
ЗМЗ-4063	22,93	16,54
Iveco-8140.43	19,64	17,91
Hyundai D4AB	17,61	13,51
VW DV	19,68	15,33
OM 616	17,06	13,01
Ford York 4AB	16,81	12,74

За цими показниками кращим є силовий агрегат із дизелем Iveco моделі 8140.43, найгіршим – силовий агрегат із дизелем Ford York 4AB. При цьому суттєвим є те, що час розгону автомобіля «ГАЗель» з дизелем Iveco значно менший, ніж у базової моделі.

При розрахунках середньої швидкості руху автомобіля «ГАЗель» на маршруті та на дорозі, опір руху якої описується ймовірним законом розподілу, кращі результати мають автомобілі зі штатним силовим агрегатом, тому що основна частина шляху долається на останній і передостанній передачах, швидкість на котрих для базової моделі автомобіля «ГАЗель» найбільша. Найгірші результати, як і за попередніми розрахунками, властиві автомобілю із силовим агрегатом Ford York 4AB. При погіршенні дорожніх умов, тобто при збільшенні опору руху, середня швидкість автомобілів із потужнішим двигуном Iveco-8140.43 стає більшою порівняно з автомобілями зі штатними силовими агрегатами. Пояснюється це тим, що подолання підвищеного опору руху автомобілем «ГАЗель» із силовим агрегатом Iveco-8140.43 здійснюється на IV та V передачах, у той час як усі інші автомобілі використовують третю і навіть другу передачі.

Аналіз показників тягово-швидкісних властивостей автомобіля «ГАЗель» із різними двигунами не дає однозначної відповіді на питання, який силовий агрегат кращий. Тому для його остаточного вибору необхідно

розглянути і паливну економічність автомобіля «ГАЗель» із різними силовими агрегатами.

Паливну економічність автомобіля прийнято оцінювати витратою палива в літрах на 100 км пройденного шляху. Витрата  $Q_s$  палива в літрах на 100 км пробігу виражається у вигляді такої залежності:

$$Q_s = \frac{g_e \cdot N_e}{10V \cdot \gamma_T}, \quad (4)$$

де  $g_e$  – питома витрата палива;

$N_e$  – потужність двигуна, потрібна для руху автомобіля в заданих умовах;

$\gamma_m$  – щільність палива.

Отримані результати обчислень показників паливної економічності зображені на рисунку 1.

За показником паливної економічності найкращі результати забезпечені автомобілем із дизелем OM616, найгірші – з бензиновим двигуном ЗМЗ-4063, а при незначній потужності дизеля Mercedes-Benz OM616 і незначній швидкості виконання циклу витрата палива таким двигуном буде найменшою.

Майже такі ж результати отримані й при визначенні мінімальної витрати палива (за паливно-економічною характеристикою) автомобілем «ГАЗель» з різними силовими агрегатами.

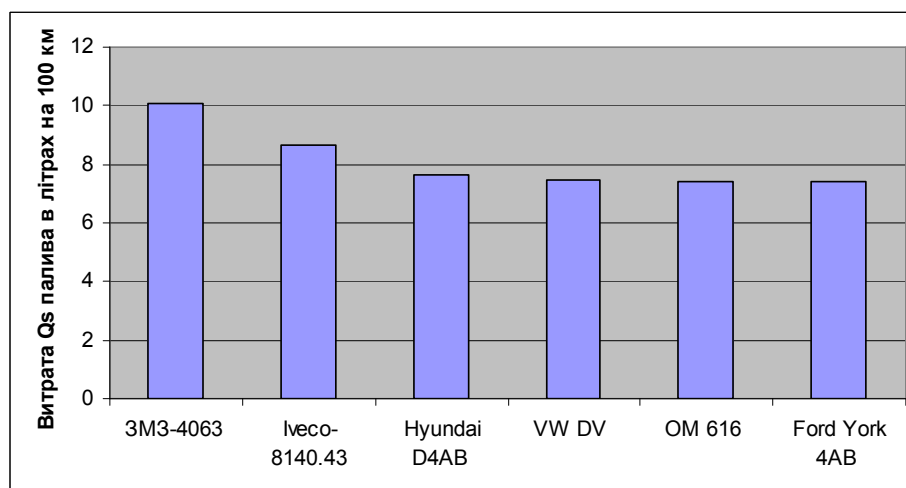


Рисунок 1 – Мінімальна витрата палива за паливно - економічною характеристикою

Так, найменшу витрату палива має автомобіль «ГАЗель» із силовими агрегатами Ford York 4AB і OM616, найбільшу – автомобілі «ГАЗель» із силовими агрегатами ЗМЗ-4063.

Аналізуючи показники паливної економічності, слід сказати, що збільшена витрата палива автомобілем із потужнішим двигуном компенсується більшою середньою швидкістю руху і в результаті майже однаковою середньою кілометровою витратою палива. При русі автомобіля по дорогах із перехідними типами покриття різниця між мінімальною і максимальною витратою палива автомобілем із різними дизельними силовими агрегатами значно зростає, тому що для автомобілів із незначною потужністю двигуна збільшиться частка руху на нижчих передачах, що призведе до підвищеної витрати палива.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** У результаті проведених розрахунків за більшістю кращих показників тягово-швидкісних властивостей перевагу слід віддати автомобілю «ГАЗель» із силовим

агрегатом Iveco 8140.43. Але для досягнення оптимальних параметрів рекомендовано модернізацію трансмісії.

*Література*

1. Свиридов, Н. Проблемы оснащения автомобильной техники современными двигателями / Н. Свиридов // Двигатель. – 2002. – Вып. 6 (24). – С. 2 – 5.
2. Фаробин, Я.Е. Расчетная методика определения показателей топливной экономичности автотранспортных средств. / Я.Е. Фаробин, В.А. Кравцева. – М., 1982. - С. 32 – 35.
3. Токарев, А.А. Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля. / А.А. Токарев. – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.
4. Сахно, В.П. Автомобілі: тягово-швидкісні властивості та паливна економічність / навч. посіб. – К., 2003. – 200 с.

*Надійшла до редакції 26.05. 2010*

*© О.В. Попель, М.М. Шпилька*