

# ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПО ВИТРАТІ ПАЛИВА Й ККД АВТОМОБІЛЯ ВАЗ-21101

Сіренко Олександр Володимирович, ст. гр. А-52  
[sirenkoalexander@yandex.ru](mailto:sirenkoalexander@yandex.ru)

**Вступ.** Автомобільний транспорт в усьому світі є основним споживачем енергетичних ресурсів. Знизити споживання палива на транспорті можна різними способами: конструктивними, організаційними, експлуатаційними, транспортними, законодавчими та іншими заходами. Уточнення нормативів витрати ГСМ сприяє раціональному обліку і розподілу паливно-мастильних матеріалів.

Зміна технічного стану вузлів і систем автомобіля призводить до підвищених втрат енергії, що в підсумку збільшує витрату палива і знижує потужність автомобіля. Тому в процесі експлуатації автомобіля при діагностуванні необхідно контролювати витрату палива. Відхилення фактичної витрати палива від нормативного значення буде вказувати на несправність транспортного засобу. Визначити нормативний рівень витрати палива технічно справного транспортного засобу можна аналітичним шляхом математичної моделі.

**Актуальність теми.** Технічний стан автомобіля в однакових умовах не визначається однозначно величиною його пробігу. Тому перед виконанням профілактичного обслуговування і ремонту необхідний індивідуальний контроль стану всіх агрегатів та систем, що дозволяє без розбирання агрегатів за допомогою спеціалізованого діагностичного устаткування заздалегідь виявить приховані несправності й визначити перелік профілактичних і ремонтних дій.

Вітчизняна промисловість практично не виробляє діагностичного устаткування. Імпортне діагностичне спеціалізоване устаткування випускається, як правило, під конкретні фірмові моделі автомобілів. Для вітчизняного парку автомобілів необхідно створити науково обґрунтовані алгоритми й універсальні стенди, що відрізняються простотою й надійністю.

Для вирішення цієї проблеми необхідно широко використовувати методи математичного й фізичного моделювання. Діагностування автомобілів на спеціальних стендах дозволить контролювати технічний стан і подавати об'єктивну інформацію, необхідну для більш ефективного управління технічною службою. Впровадження науково обґрунтованих методів та засобів діагностики буде сприяти підвищенню ефективності й точності перевірок і дозволить проводити оцінку технічного стану та залишкового ресурсу агрегатів за непрямими показниками, що підлягають безпосередньому вимірюванню.

**Мета та актуальність роботи.** Метою роботи є подальше вдосконалення методики і розробка алгоритму діагностування технічного стану автомобіля по зміні витрати палива і ККД автомобіля.

Для вирішення цієї мети були запропоновані математичні залежності й алгоритм розрахунку індикаторної витрати палива і коефіцієнтів корисної дії автомобіля і агрегатів (індикаторний і механічний двигуна, трансмісії і підвіски автомобіля).

Традиційні підходи виділення і дослідження окремих підсистем та їх вузька спеціалізація з дисциплін не ефективні.

Сучасні фахівці повинні вміти розумно планувати і вирішувати серйозні проблеми використання автомобілів, економії палива і зниження токсичності та безпеки дорожнього руху.

При створенні нових видів машин широко використовуються експериментальні і розрахункові інженерні методи. Останній метод має ряд переваг: виключаються випадкові фактори, нестабільність дорожньо-транспортних умов, вплив професійних якостей водіїв та ін.

Експериментальні дослідження дуже дорогі, пробіги автомобілів при дорожніх випробуваннях досягають 10... 15 тис. км. Точність випробувань коливається в межах  $\pm 15...10\%$ . Тривалі дослідження в заданих умовах роботи практично неможливі. З цих причин грамотні розрахункові дослідження, що базуються на достовірній теорії і вірних теоретичних моделях, в яких відсутні випадкові чинники, мають ряд переваг.

Розрахункові дослідження отримали широке розповсюдження і довіру, наприклад, у фізиці (теоретична фізика), в космонавтиці та астрономії. Розрахункові методи мають переважно базуються на детермінованих методах, в основі розуміння яких лежать причинно-наслідкові зв'язки.

На жаль, в спеціальній літературі з теорії автомобілів поки не отримали широкого поширення теоретично обґрунтовані методи розрахунків тягово-швидкісних якостей автомобілів для різних дорожньо-транспортних умов при часткових навантаженнях в широких межах зміни споживаної потужності і швидкостей руху автомобіля.

Немає загально визнаних методів розрахунку паливної економічності, коефіцієнтів корисної дії, екологічних якостей, строків служби автомобілів та їх агрегатів та ін.

Увагу науковців слід зосереджувати на розробці науково обґрунтованих алгоритмів рішення і оптимізації конкретних техніко-економічних задач у даній галузі знань, в основі яких лежать глибокі теоретичні знання та уміння кваліфіковано виконувати розрахункові дослідження з проблемної тематики.

**Стан питання.** Аналіз методів діагностування автомобілів показав, що з ускладненням їхньої конструкції й підвищенням вимог до їхньої надійності збільшується число контрольованих діагностичних параметрів. При всьому різноманітті методи оцінки технічного стану машини в цілому або окремих агрегатах діляться на три групи:

– методи виміру параметрів робочих процесів (тягово-економічні показники, показники систем, що забезпечують безпеку руху, ходові властивості, показники екологічної безпеки);

– методи виміру параметрів супутніх процесів (герметичність робочих обсягів, інтенсивність тепловиділення, параметри коливальних процесів, фізико-хімічний состав використовуваних експлуатаційних матеріалів);

– методи виміру геометричних параметрів (зазор, люфт, вільний хід, кути установки керованих коліс).

Аналіз діючих державних стандартів підтверджує, що стендові випробування для автомобілів, які знаходяться у експлуатації, передбачені тільки для деяких показників і характеристик при оцінці гальмових властивостей (ДСТУ 3649-2010) і оцінці паливної економічності (міський їздовий цикл, ГОСТ 20306-90). У цих стандартах відсутні оцінки основних експлуатаційних параметрів, і в першу чергу токсичності силового агрегату транспортної машини, що рекомендується контролювати на «холостому ході» (ДСТУ 4277-2004). Тому в умовах природно-ресурсних обмежень України проблема дослідження, розробки й створення високоефективних алгоритмів діагностування транспортних машин є особливо актуальною й ставить перед наукою й практикою принципово нові завдання.

Існують серйозні недоліки в нормуванні і обліку витрати палива. На всіх видах транспорту (залізничний, водний, повітряний) при нормуванні витрати палива враховуються середні технічні швидкості. Є прилади, що реєструють час руху і фактичний витрата палива при виконанні певного обсягу транспортної роботи. На автомобільному транспорті, на жаль, діючі норми витрати палива не враховують фактичні швидкості руху. На вітчизняних автомобілях немає приладів для реєстрації часу руху і сумарної витрати палива.

Діючу систему нормування витрат палива можна називати емпіричною, так як вона в основному базується на експериментальних даних. В ній досить примітивно враховуються різноманітні дорожньо-транспортних умов роботи автомобілів. В нормах вказані верхні межі відхилень від основної норми, тому на АТП, як правило, нормування ведеться по верхній межі. Приблизенно враховуються атмосферно-кліматичні умови.

При виконанні експлуатаційних (теоретичних) розрахунків за динаміку автомобіля і паливної економічності часто застосовуються формули та залежності, узяті з теорії автомобілів і двигунів.

При розробці алгоритмів та режимів діагностування автомобілів необхідно використовувати математичні й фізичні моделі функціонування агрегатів і систем машин, що базуються на теорії подібності й розмірностей. Трудомісткість і витрати по оцінці основних показників експлуатаційних властивостей автомобілів, у реальних дорожніх і транспортних умовах, можна істотно знизити без втрати точності виміру, змодельовавши такі випробування на спеціальних стендах з біговими барабанами, в основу яких покладено принцип оборотності руху на різних швидкостях та навантажувальних режимах.

Витрата палива – основний показник економічності автомобіля. В експлуатації його оцінюють по питомій витраті на 100 км пробігу, але це значення може щось сказати лише при роботі автомобіля в абсолютно стабільних

умовах. Будь-яка зміна погодних умов, маршрутів руху, часу доби, завантаження автомобіля позначається на витраті. Тому єдиним об'єктивним показником може бути витрата, виміряний в постійному режимі на діагностичному навантажувальному стенді з допомогою досить точних витратомірів.

Схематично зміну паливно-енергетичного балансу автомобіля представлено на рис.1. З рисунка видно, що зі 100 % енергії палива приблизно 33% витрачається на впуск і 35% на охолодження. Індикаторна витрата палива становить 33%, близько 10% витрачається на насосні й механічні втрати у двигуні, на ефективну роботу витрачається близько 22% палива, на транспортну роботу (на подолання ухилів, опору повітря й розгону-гальмування) витрачається ~8,5% палива. Загальний ККД автомобіля в середніх умовах роботи дорівнює приблизно 0,062...0,065.

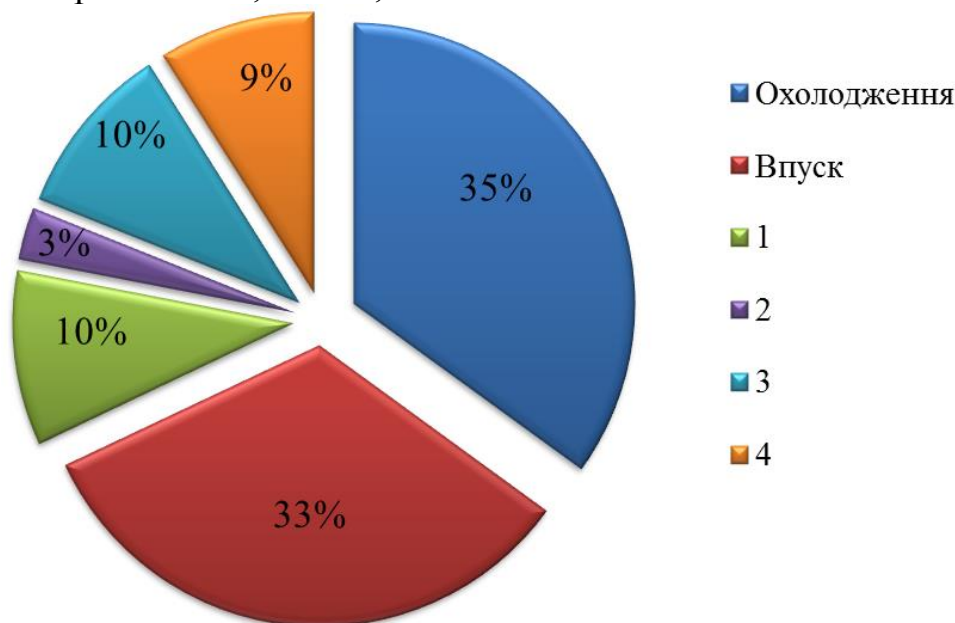


Рис. 1. Паливно-енергетичний баланс автомобіля:

1– механічні та насосні витрати в двигуні (10%); 2 – витрати в трансмісії (3,0%); 3 – витрати в підвісці (10,5%); 4 – затрати на транспортну роботу (9%)

У загальному вигляді формула для визначення  $\eta_a$  записується в такий спосіб:

$$\eta_a = \eta_i \cdot \eta_m \cdot \eta_n \cdot \eta_n = \frac{N_i}{H_n \cdot Q} \cdot \frac{N_e}{N_i} \cdot \frac{N_n}{N_e} \cdot \frac{N_d}{N_n} = \frac{N_d}{H_n \cdot Q} = \frac{100 \cdot P_d}{H_n \cdot \rho_m \cdot Q} = \frac{100 \cdot M_a \cdot K_d}{H_n \cdot \rho_m \cdot Q} \quad (1)$$

З вихідної формули рівняння загальної витрати, л/100 км

$$\eta_a = \frac{100 \cdot M_a \cdot K_d}{H_n \cdot \rho_m \cdot Q}, \quad (2)$$

де  $M_a$  – маса автомобіля, кг;

$K_d$  – коефіцієнт дорожніх умов експлуатації;

$H_H$  – нижча теплота згорання палива, кДж/кг;

$\rho_m$  – щільність палива, г/см<sup>3</sup>;

$\eta_a$  – загальний ККД автомобіля.

Розрахунок індикаторного й ефективного ККД при  $i_k=60/V_a$  виконується за допомогою формул

$$Q = \frac{7.95 \cdot V_h \cdot i_0 \cdot i_k \cdot P_e}{H_H \cdot \rho_m \cdot r_k \cdot \eta_e} = \frac{0.449 \cdot P_e}{V_a \cdot \eta_e} = K_p \cdot \frac{P_e}{\eta_e} \text{ л/100 км} \quad (3)$$

$$\left( \eta_i = \frac{0.449 \cdot P_i}{V_a \cdot Q}, \quad \eta_e = \frac{0.449 \cdot P_e}{V_a \cdot Q} \right)$$

ККД трансмісії визначається за формулою

$$\eta_T = P_k / (1.3 \cdot V_a + 1.025 \cdot P_k). \quad (4)$$

Цей ККД найвищий і змінюється в межах 0,80...0,95

ККД підвіски автомобіля визначається за загальною формулою

$$\eta_{\Pi} = \frac{100 \cdot M_a \cdot K_d}{H_H \cdot \rho_m \cdot \eta_i \cdot \eta_M \cdot \eta_m \cdot Q}. \quad (5)$$

На дорогах 1-ої категорії він дорівнює ~0,57, на дорогах 5-ої категорії ~0,41.

У табл. 1 наведено розрахункові данні зміни приватних і загального ККД автомобіля ВАЗ 21101, при збільшенні швидкостей в діапазоні 25-150 км/год

Таблиця 1

Розрахункові данні зміни приватних і загального ККД автомобіля при збільшенні швидкостей в діапазоні 25-150 км/год

$V_a$ , км/год	$P_k$ , Н	$P_e$ , кПа	$P_m$ , кПа	$P_i$ , кПа	$Q$ , л/100 км	$\eta_i$	$\eta_M$	$\eta_e$	$\eta_T$	$\eta_{\Pi}$	$\eta_a$
<b>25</b>	487,44	76,65	68,75	145,40	<b>9,86</b>	0,313	0,527	0,165	0,916	0,406	0,061
<b>35</b>	370,75	85,81	79,05	164,86	<b>7,95</b>	0,315	0,520	0,164	0,871	0,534	0,076
<b>60</b>	299,95	133,25	104,80	238,05	<b>6,58</b>	0,320	0,560	0,179	0,778	0,660	0,092
<b>90</b>	365,26	254,83	135,70	390,53	<b>6,94</b>	0,332	0,652	0,216	0,743	0,542	0,087
<b>120</b>	515,37	473,12	166,60	639,72	<b>8,03</b>	0,352	0,739	0,260	0,753	0,384	0,075
<b>150</b>	730,72	815,88	197,50	1013,38	<b>9,33</b>	0,384	0,805	0,309	0,774	0,271	0,065

За допомогою табл. 1 побудовано графік залежності приватних і загального ККД для конкретного автомобіля який представлений на рис. 2

Цей графік дозволяє досить об'єктивно ставити діагноз за зміною ККД

в окремих агрегатах. Загальний діагноз оцінюється величиною зниження загального  $\eta_a$  в даних умовах роботи. Таке різке зниження загального ККД і ККД індикаторного може статися через появу несправностей у системах сушішоутворення, паливоподачі й запалювання

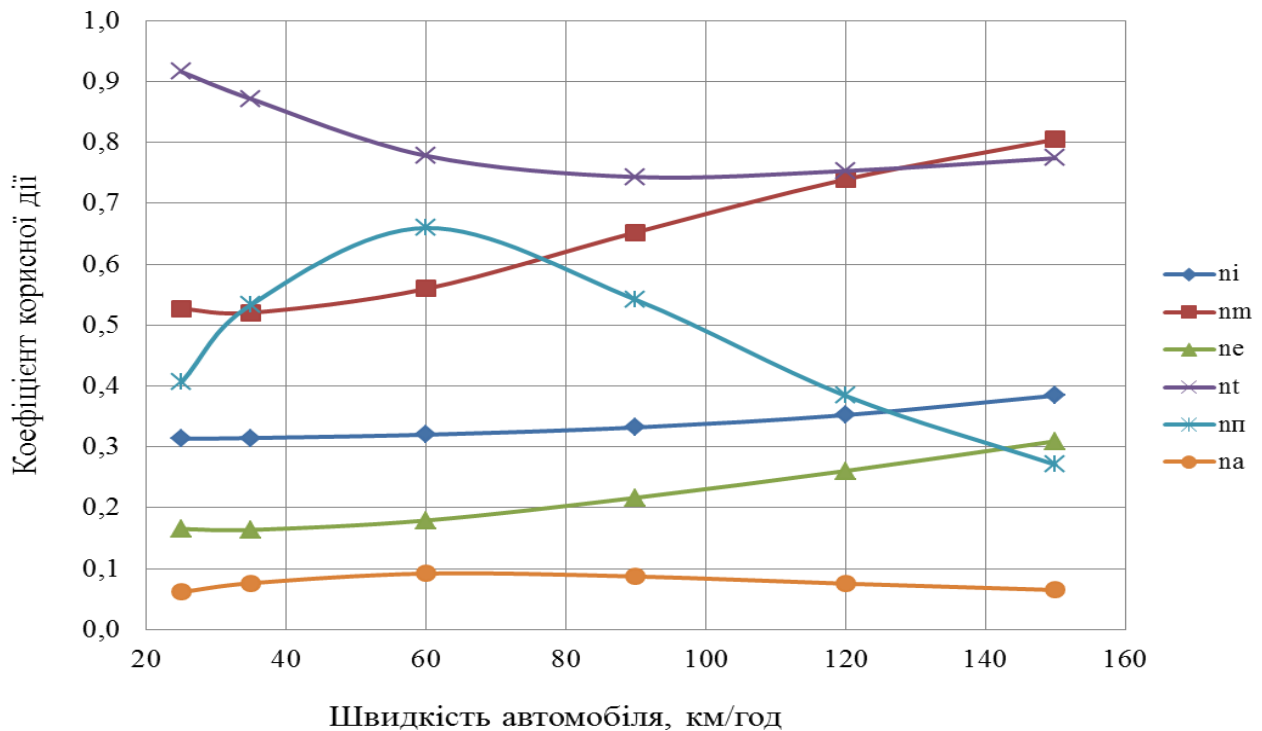


Рис. 2. Залежність ККД агрегатів і загального ККД автомобіля від швидкості

Також за табл. 1 побудовано графік залежності витрати палива від швидкості руху автомобіля ВАЗ 21101 (рис. 3).

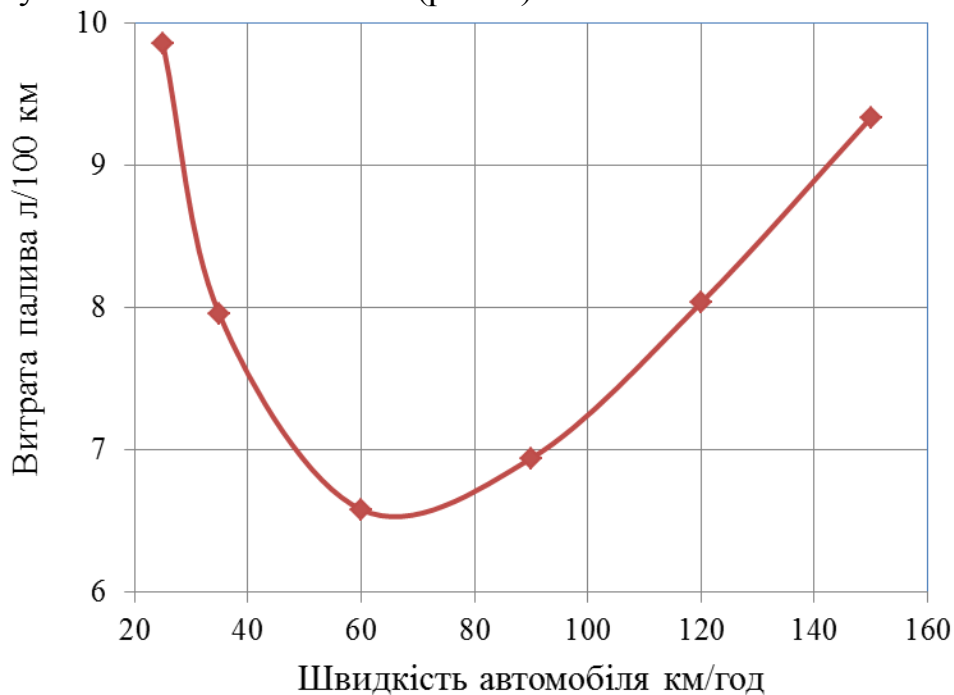


Рис. 3. Залежність витрати палива автомобіля ВАЗ – 21101

**Висновки.** В ході виконаної роботи нами було розглянуто та проаналізовано різні методи діагностування автомобілів. Ознайомилися з теоретичними методами дослідження з розробкою алгоритмів визначення витрат палива й ККД. Виконали енергетичну оцінку легкового автомобіля ВАЗ 21101 за витратою палива й ККД, побудували графіки залежності ККД від швидкості автомобіля та залежність витрати палива від швидкості руху автомобіля.

Ми плануємо провести дорожній експеримент з вимірювання витрати палива на різних швидкостях та в різних умовах. Та після експерименту зіставити отримані результати з теоретичними, і дізнатися на скільки достовірні дані розрахунку.

### **Литература**

1. *Говорущенко Н.Я.* Системотехника транспорта. / *Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко.* - Изд. 2-е, перераб. и дополн. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.
2. *Говорущенко Н.Я.* Методы системного расчетно-аналитического и стендового диагностирования легковых автомобилей / *Н.Я. Говорущенко, Ю.В. Горбик* // Автомобильный транспорт: Сб. науч. трудов. – Харьков: ХНАДУ, 2009. - № 25. – С. 58-61.
3. *Говорущенко Н.Я.* Методы диагностирования автомобилей по изменению общего и индикаторного расхода топлива и частных КПД в отдельных агрегатах. / *Н.Я. Говорущенко, Ю.В. Горбик* // XVI научно-техническая конференция с международным участием «Транспорт экология – устойчивое развитие» – Варна: ТУ, 2010 – С. 442-450.

*Науковий консультант: Горбик Ю. В., доц. каф. ТЕСА.*