

## ДО ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ АВТОПОЇЗДІВ З ТЯГАЧАМИ КАТЕГОРІЇ N3 ЗА СЕРЕДНЬОЮ ШВИДКІСТЮ РУХУ

<sup>1</sup>Національний транспортний університет

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

<sup>3</sup>Луцький національний технічний університет

*У статті проаналізовано показники тягово-швидкісних властивостей автопоїздів, що визначають середню швидкість руху, а отже і їх транспортну продуктивність.*

### ВСТУП

Автомобілебудування є галуззю, що визначає рівень економічного розвитку країни. Його продукція задовольняє найважливіші соціально-економічні потреби суспільства, забезпечує пересування товарів і населення, у значній мірі визначає розмір платоспроможного попиту, створюючи для споживача мотиви до розширення цього попиту за рахунок підвищення ділової активності і підвищення продуктивності праці. Розвиток виробництва і пов'язаного з ним розширення масштабів використання автомобілів і інфраструктури викликає зростання обсягу продукції у всіх галузях матеріального виробництва й у сфері платних послуг, сприяє підвищенню зайнятості населення. Схильність до співробітництва в галузі транспорту покликана забезпечити удосконалення перевізного процесу в міжнародному сполученні з поетапною інтеграцією транспортної системи України у світову транспортну систему і зміцненням позицій вітчизняного перевізника на транспортних ринках.

Інтеграційні процеси в галузі транспорту багато в чому визначають загальне соціально-економічне положення України. Активізація взаємовигідного співробітництва з державами Європейської спільноти дуже актуальна для України, що знаходиться на перетині головних транспортних напрямків Євразійського континенту, а сформовані широтні і меридіональні транспортні шляхи мають тисячолітню історію.

У найближчій перспективі основні напрямки розвитку галузі вантажних перевезень автомобільним транспортом будуть визначатися, перш за все, необхідністю збільшення обсягів перевезень вантажів за рахунок інтенсифікації використання рухомого складу, зокрема підвищенням середньої швидкості руху, що визначає собою підвищення його продуктивності.

Тягово-швидкісні властивості мають важливе значення при експлуатації АТЗ, оскільки вони безпосередньо пов'язані із середньою швидкістю руху та продуктивністю. Поліпшення тягово-швидкісних властивостей означає збільшення потенційної середньої швидкості та зменшення часових втрат перевезення вантажів, а також підвищення продуктивності автомобіля.

Оскільки середня швидкість руху вантажного транспортного засобу є фактором, який разом з вантажопідйомністю визначає його продуктивність та надає найбільш повне уявлення стосовно тягово-швидкісних властивостей, цей оціночний показник безперечно набуває вагомого значення серед критеріїв, за якими доцільно проводити порівняльні аналізи автопоїздів. Метою роботи є порівняльна оцінка автопоїздів, що виконують перевезення у міжміському та міжнародному сполученнях, за середньою швидкістю руху, що визначає собою транспортну продуктивність АТЗ.

Огляд публікацій. В Україні перевезення вантажів у міжміському і міжнародному сполученнях виконують автопоїзди у складі автомобілів-тягачів MAN, DAF, IVECO, VOLVO та ін. їм подібні, а також напівпричепів Krone, Schmitz, Fliegle та ін.

Середня швидкість руху залежить від взаємодії основних елементів системи «Транспортний засіб – дорога – водій – навколишнє середовище». Перші два елементи є задаючими, два останні – обмежуючими, оскільки їх вплив завжди зменшує швидкість руху, яку б міг розвинути той чи інший автопоїзд при повному використанні своїх технічних можливостей на заданій дорозі [1].

Однією з найбільш поширених систем оціночних показників тягово-швидкісних властивостей вантажних автомобілів є система, передбачена ГОСТ 21398-89 [2], ГОСТ 22576-90 [3], Правилком ООН № 68 [4], а також доповнена оціночними показниками, рекомендованими науково-методичними виданнями, наприклад [5], [6], [7]. При оцінюванні тягово-швидкісних властивостей АТЗ та виборі АТЗ для виконання певних задач зазвичай беруть до уваги такі показники: максимальна швидкість;

час розгону на ділянці шляху 400 м; час розгону на ділянці шляху 1000 м; час розгону до заданої швидкості; час розгону на передачі, яка забезпечує рух з максимальною швидкістю; максимальний динамічний фактор на вищій передачі та відповідна йому критична швидкість; максимальний динамічний фактор на нижчій передачі та відповідна йому критична швидкість; динамічний фактор за максимальною швидкістю; максимальний ухил, який може подолати АТЗ; визначення швидкісної характеристики «розгін–вибіг» [8].

Сукупність зазначених показників дозволяє оцінити технічний рівень АТЗ, порівняти його з вітчизняними та іноземними аналогами, а також визначити доцільність використання його в певних експлуатаційних умовах. Значення оціночних показників тягово-швидкісних властивостей АТЗ можуть бути отримані в процесі випробувань АТЗ або за допомогою засобів моделювання.

Зазначеними нормативними документами визначені умови проведення випробувань для визначення оціночних показників тягово-швидкісних властивостей АТЗ. Зокрема встановлені вимоги до об'єкта випробувань, його технічного стану, маси вантажу, вимірювальної ділянки (покриття дороги, тип: кільцева або пряма ділянка, максимально припустимі поздовжній та поперечний ухили, мінімальні довжина та радіус кривизни), засобів вимірювань (встановлення на АТЗ, похибка), атмосферних умов (швидкість вітру, атмосферний тиск, температура повітря), підготовки АТЗ до випробувань, кількість повторювань випробувань. Відповідно до положень Господарського кодексу України та Закону України «Про стандартизацію» всі стандарти, якщо на них немає посилання в актах законодавства, є добровільними. Отже всі приписи, що наведені у державних стандартах колишнього СРСР, в тому числі й стосовно тягово-швидкісних властивостей, перестали бути обов'язковими. Основні принципи сучасної політики нормотворення та технічного регулювання у сфері АТЗ як в країнах ЄС, так і в Україні спрямовані на підвищення рівня безпеки та захисту довкілля і полягають у тому, що обов'язкові вимоги повинні встановлюватись тільки до тих характеристик, які пов'язані з безпекою або впливом АТЗ на довкілля. Тягово-швидкісні властивості АТЗ, як зазначалося, не мають безпосереднього зв'язку із безпекою (окрім максимальної швидкості) чи забрудненням довкілля. Вони є вимірниками якості АТЗ та характеризують в основному ті з їхніх властивостей, які є суттєвими для споживача (власника, перевізника), а не для решти суспільства. Отже, поліпшення цих властивостей принципово не має бути об'єктом державного регулювання. Підвищення якості АТЗ, в тому числі й за рахунок поліпшення тягово-швидкісних властивостей, повинне здійснюватись за рахунок ринкової конкуренції. Так, законодавством ЄС передбачені вимоги до конструкції АТЗ стосовно лише одного показника АТЗ – максимальної швидкості. На відміну від ГОСТ 21398-89, де передбачене встановлення мінімального значення максимальної швидкості, Директивою ЄС 92/6/ЕЕС [9], навпаки, передбачено обмеження максимальної швидкості. Імплементацию Директиви 92/6/ЕЕС у національне законодавство України передбачено Угодою про асоціацію «Україна–ЄС». Крім того, Україна приєдналася до Правил ООН № 89 [10] щодо обмеження максимальної швидкості АТЗ, які також включені до переліку обов'язкових вимог, які застосовуються до АТЗ, що вводяться в обіг, згідно з «Порядком затвердження конструкції транспортних засобів, їх частин та обладнання» [11].

Зазначені заходи щодо обмеження максимальної швидкості АТЗ запроваджуються з метою підвищення безпеки дорожнього руху. Вони не змінюють потенційну максимальну швидкість, а лише штучно обмежують швидкість регулюванням подачі палива до двигуна при досягненні АТЗ заданої швидкості. Отже середня швидкість руху, так само, як і якість АТЗ в цілому не повинні «постраждати» від впровадження таких регуляторних заходів.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

Середня швидкість визначається умовами руху та можливостями автомобіля на кожній із передач [6]. У зв'язку з цим розв'язання задачі визначення середньої швидкості АТЗ можна шукати на основі зіставлення сил опору руху та тягових сил, які може розвинути АТЗ на ведучих колесах.

Розв'язання поставленої задачі складається із розгляду низки послідовних питань із метою визначення:

- опору руху та сумарного опору;
- довжини ділянок дороги, які долаються на кожній передачі;
- часу руху на кожній із передач;
- середньої швидкості АТЗ на заданому маршруті.

При розрахунках середньої швидкості руху приймають такі припущення:

- ділянка маршруту долається тільки на  $i$ -й передачі, на якій виконується умова

$$D_{i+1} \leq \psi \leq D_i; \quad (1)$$

де  $D_{i+1}, D_i$  та  $v_{i-1}, v_{i+1}, v$  – динамічний фактор та швидкість руху на відповідних передачах;  $\psi$  – коефіцієнт сумарного опору дороги;

- при виконанні умови (1) швидкість на передачі змінюється в межах

$$v_{i-1} \leq v_i < v_{i+1}, \quad (2)$$

– переключення з  $i$ -ї передачі на більш високу або нижчу обумовлюється тільки коефіцієнтом сумарного опору дороги;

– переключення на більш високу передачу здійснюється в точці маршруту, де існує рівність  $D_{i+1} = \psi$ . При цьому на наступній ділянці має місце нерівність  $D_{i+1} > \psi$ . Перехід на більш низьку передачу виконується при  $D_i = \psi$ , якщо в наступному  $D_i < \psi$ ;

- час переключення передач не враховується.

Ці припущення дозволяють спростити розв'язання задачі та визначають можливість порівняння тягових сил на ведучих колесах з силами опору руху.

Перш ніж приступити до розв'язання задачі, необхідно підготувати такі вихідні дані:

1. Стосовно АТЗ: максимальна потужність двигуна  $N_{e_{max}}$ ; максимальний крутний момент  $M_{e_{max}}$  та частоти обертання колінчастого вала двигуна, що відповідають максимальній потужності  $\omega_N$  та максимальному моменту  $\omega_M$ ; передаточні числа трансмісії; коефіцієнт корисної дії трансмісії  $\eta_{тр}$ ; конструктивні параметри автомобіля: коефіцієнт обтічності, габаритні розміри, база та колія, власна маса та вантажопідйомність.

2. Стосовно маршруту: тип покриття дороги; категорії дороги.

На основі даних щодо автомобіля будують його динамічну характеристику та визначають вихідні дані за такими виразами:

- швидкість автомобіля при заданій частоті обертання двигуна  $v = \frac{\omega_e r_k}{u_{тр}}$ ;

- тягова сила на ведучих колесах  $P_T = \frac{M_e u_{тр} \eta_{тр}}{r_d}$ ;

- сила опору повітря  $F_w = k_w A_{л} v^2$ ;

- динамічний фактор  $D = \frac{P_T - F_w}{G_a}$ ;

- питома сила тяги  $\gamma_p = \frac{P_T}{G_a}$ .

Залежно від вихідних даних щодо коефіцієнта дорожнього опору руху автомобіля можливо використовувати дискретні або імовірнісні методи розрахунку середньої швидкості руху автомобіля.

При дискретному методі розрахунку необхідно мати таблицю значень коефіцієнтів опору дороги  $\psi_i$  та відповідні їм значення довжини ділянок маршруту  $S_i$ . Шлях пошуку відповідної до  $\psi_i$  швидкості  $V_i$  заснований на порівнянні  $D_{i+1} \leq \psi_i < D_i$  і здійснюється за відповідним алгоритмом або графоаналітичним методом.

При використанні графоаналітичного методу будують динамічну характеристику автомобіля з графіком навантаження та гістограму розподілу коефіцієнтів опору руху по довжині шляху (рис. 1). Кут нахилу прямої, що характеризує певне навантаження автомобіля, визначають за виразом

$$\alpha = \arctg \frac{G_{ai}}{G_a}, \quad (3)$$

де  $G_{ai}$  – сила тяжіння автомобіля, яка відповідає його певному навантаженню.

Шлях пошуку швидкості  $v_i$  на окремих ділянках маршруту при певному навантаженні показаний на рис. 1 стрілками.

Після визначення  $v_i$  обчислюють час руху на кожній ділянці маршруту  $t_i = \frac{S_i}{v_i}$ , загальний час

руху  $T = \sum t_i$  та середню швидкість руху  $v_{\text{сеп}} = \frac{S}{T}$ .

Середню технічну швидкість обчислюють за виразом

$$v_T = \lambda v_{\text{сеп}}, \quad (4)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт, який враховує зменшення швидкості автомобіля в реальних умовах та для забезпечення безпеки руху.

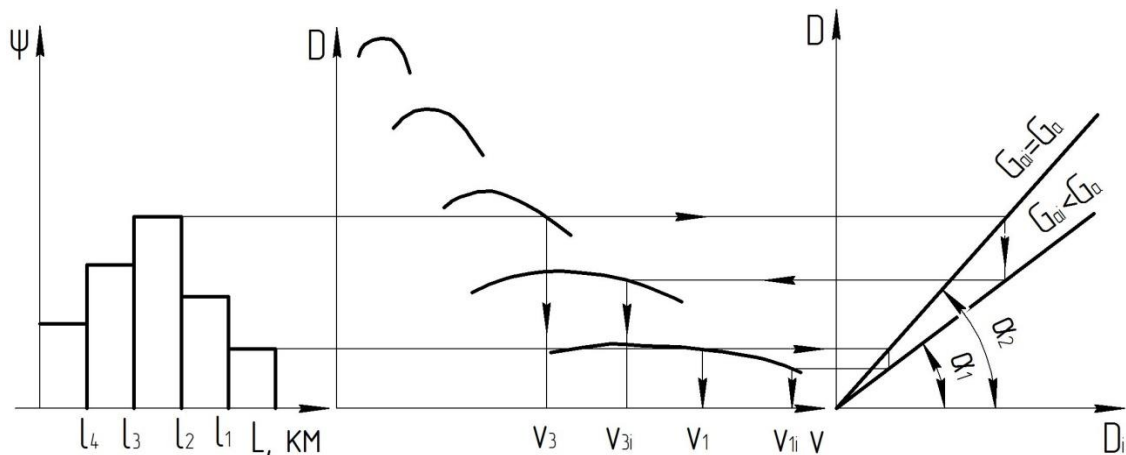


Рисунок 1 – Графік для розрахунку середньої швидкості руху автомобіля на маршруті

Детерміновані методи розрахунку виконують для автомобілів (автопоїздів), які працюють на конкретних маршрутах невеликої протяжності, параметри дорожніх умов для яких чітко визначені. Якщо параметри маршруту (маршрутів) чітко не визначені, використовують імовірнісні методи розрахунку. При цьому величини опору руху визначають на основі даних про маршрут та описують нормальним законом розподілу коефіцієнта опору дороги по довжині шляху [6], тобто

$$f(\psi) = \frac{1}{\sigma_\psi \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\psi - m_\psi)^2}{2\sigma_\psi^2}}, \quad (5)$$

де  $m_\psi$  та  $\sigma_\psi$  – математичне очікування та середнє квадратичне відхилення коефіцієнта опору дороги  $\psi$ .

Закон розподілу коефіцієнта опору дороги дозволяє визначити ділянки  $S_i$ , що долаються на  $i$ -й передачі.

Для цього позначимо через  $K_i$  відносний шлях руху АТЗ на  $i$ -й передачі

$$K_i = \frac{S_i}{S}. \quad (6)$$

Довжина ділянки  $S_i$ , для якої умови сприяють руху на  $i$ -й передачі, буде залежати від імовірності попадання величини коефіцієнта сумарного опору дороги  $\psi$  в межах можливості  $i$ -ї передачі, тобто

$$S_i = SP(D_{i+1} \leq \psi < D_i), \quad (7)$$

де  $P(D_{i+1} \leq \psi < D_i)$  – імовірність попадання величини  $\psi$  в межах можливості  $i$ -ї передачі.

З урахуванням цього

$$K_i = \int_{D_{i+1}}^{D_i} f(\psi) d\psi \quad (8)$$

або

$$S_i = K_i S. \quad (9)$$

Проте знання довжини ділянки  $S_i$  ще не дозволяє визначити швидкість АТЗ. На цій ділянці величина швидкості може мати будь-яке значення в межах від  $v_{i-1}$  до  $v_i$ . При цьому кожне окреме значення швидкості представляється випадковою величиною. Як і всяка випадкова величина, що підпорядковується будь-якому закону розподілу, величина швидкості може бути охарактеризована середнім значенням, тобто

$$v = \int_{v_{i-1}}^{v_i} v f_i(v) dv. \quad (10)$$

При нормальному законі розподілу швидкості на передачі

$$v_{срi} = 0,5 \left( 1 + \frac{1}{q_i} \right) v_i = l_i v_i; \quad (11)$$

$$q_i = \frac{v_i}{v_{i-1}}, \quad (12)$$

де  $f_i(v)$  – закон розподілу швидкості на передачі;  $v_i, v_{i-1}$  – максимальні швидкості на  $i$ -й та  $i-1$  передачах;  $l_i$  – коефіцієнт, який урахує тип закону розподілу швидкості на передачі.

Середня швидкість руху автомобіля на всьому маршруті

$$v_{ср} = \frac{0,27 N_{пит} \eta_{тр} \sum_{i=1}^n K_i d_i}{\gamma_{тин} \sum \frac{K_i d_i}{l_i}}, \quad (13)$$

де  $N_{пит} = \frac{N_{емax}}{G_a}$  – питома потужність автомобіля;  $\gamma_{тин}$  – питома сила тяги на  $i$ -й передачі при роботі

двигуна в режимі максимальної потужності.

Визначимо середню швидкість руху автопоїздів, що виконують перевезення в міжміському і міжнародному сполученнях. У табл. 1 наведено коротку технічну характеристику автомобілів-тягачів, а у табл. 2 – напівпричепів цих автопоїздів.

Будемо вважати, що перевезення вантажів у міжміському та міжнародному сполученнях здійснюють автопоїзди по дорогах з твердим покриттям у рівнинній місцевості. Для таких доріг параметри нормального розподілу коефіцієнта опору дороги по довжині шляху складають [6]:

$$m_{\psi} = 0,022; \quad \sigma_{\psi} = 0,012.$$

При цьому максимальний опір дороги складе  $\psi_{max} = m_{\psi} + 3\sigma_{\psi} = 0,058$ . За такого опору дороги рух автопоїздів здійснюється на 3...4 останніх передачах у коробці передач, тобто розрахунки показників тягово-швидкісних властивостей необхідно виконувати саме для цих передач.

У розрахунках прийнято: загальна маса автопоїзда – 40000 кг; фактор обтічності –  $8,5 \text{ Н} \times \text{с}^2 / \text{м}^2$ ; коефіцієнт корисної дії трансмісії автомобіля-тягача – 0,9; динамічний радіус колеса – 0,55 м.

За обраних вихідних даних у табл. 3 наведені результати розрахунку динамічного фактора, відносного шляху руху автопоїзда на обраних передачах та середньої швидкості руху.

Таблиця 1 – Технічна характеристика автомобілів-тягачів [8]

Автомобіль-тягач/двигун	КПП: кількість передач (діапазон передаточних чисел, передаточні числа)	Передаточні числа головних передач	Шини
1	2	3	4
MAN TGA/ 70.156/MAN D2876LF13 390 кВт, 2400 Н·м	10 (12,33-0,78) 12,33 ; 9,59; 7,44; 5,78; 4,57; 3,55; 2,70; 2,10; 1,63; 1,27; 1,00; 0,78	3,7	11R22,5 (або 315/75R22,5)
Iveco Magirus/ Iveco F3BE0681A*D 397 кВт, 2350 Н·м	12 (15,86 – 1,00) 15,86; 12,33; 9,57; 7,44; 5,87; 4,57; 3,47; 2,70; 2,10; 1,63; 1,29; 1,00	4,39	14.00R20

## Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Scania Rseries /Scania DC 1605 412 кВт, 2700 Н·м	8 (9,15-1,00) 9,15; 6,32; 4,69; 3,75; 2,44; 1,68; 1,25; 1,00	3,96	12.00-20
DAF XF 105/DAF MX375S1 375 кВт, 2500 Н·м	12 (9,23-0,81) 9,23; 7,48; 5,81; 4,71; 3,75; 3,04; 2,46; 1,94; 1,55; 1,26; 1,00; 0,81	3,07	315/60R22,5
Volvo FH16/Volvo D16C610 449 кВт, 2800 Н·м	14 (13,16-0,8) понижуюча нижча 13.16 понижуюча вища 10.54 нижчий ряд: 8,92; 5.74; 3.75; 2.38; 1.53;1.00 вищий ряд: 7.15; 4.60; 3.00; 1.91; 1.23; 0.80	3,78	495/45R22,5

Таблиця 2 – Технічна характеристика типового напівпричепа категорії O4

Виробник ДТЗ:	KRONE
Тип ДТЗ:	SDP - 27
Категорія ДТЗ	O <sub>4</sub>
Загальна маса, т	24 (27)
Кількість осей / коліс:	3/6
Габаритні розміри, мм	
- довжина:	13680
- ширина:	2.550
- висота:	4.000
База, мм:	7700+1310+1310
Колія, мм:	2040

Таблиця 3 – Результати розрахунку середньої швидкості руху автопоїздів

Параметри	Автомобіль-тягач				
	MAN TGA	Iveco Magirus	Scania Rseries	DAF XF 105	Volvo FH16
$N_{e_{max}}/\omega_N$	390/1900	397/1900	412/1900	375/1900	449/1700
$M_{e_{max}}/\omega_M$	2400/1000	2350/1000	2700/1000	2500/1000	2800/1000
$M_{e_N}/\omega_N$	1824/1900	1786/1900	1976/1900	1900/1900	2300/1700
$N_{e_{max}}/G_a$	9,75	9,925	10,3	9,375	11,225
$V_{Ni}/V_{Mi}$	34,8/18,15	24,48/12,88	26,43/13,91	29,96/15,77	33,07/19,45
$V_{Ni-1}/V_{Mi-1}$	26,89/14,15	18,96/9,98	21,14/11,13	24,27/12,77	21,51/12,65
$V_{Ni-2}/V_{Mi-2}$	21,17/11,15	15,02/7,91	15,73/8,28	19,26/10,14	13,85/8,15
$V_{Ni-3}/V_{Mi-3}$	16,50/8,68	10,79/5,68	10,83/5,70	15,66/8,24	8,82/5,19
$V_{Ni-4}/V_{Mi-4}$	12,81/6,74	8,39/4,42	-	12,51/6,58	5,75/3,38
$D_{Mi}/D_{Ni}$	0,085/0,0616	0,118/0,088	0,113/0,084	0,115/0,086	0,199/0,163
$D_{Mi-1}/D_{Ni-1}$	0,065/0,0436	0,091/0,067	0,077/0,054	0,090/0,066	0,126/0,105
$D_{Mi-2}/D_{Ni-2}$	0,049/0,0291	0,070/0,049	0,056/0,035	0,071/0,050	0,081/0,064
$D_{Mi-3}/D_{Ni-3}$	0,036/0,0246	0,054/0,035	0,031/0,022	0,057/0,037	0,050/0,034
$D_{Mi-4}/D_{Ni-4}$	0,025/0	0,041/0,023	-	0,044/0,023	0,027/0,005
$K_i$	0,065	0,879	0,852	0,542	0,559
$K_{i-1}$	0,563	0,103	0,111	0,378	0,432
$K_{i-2}$	0,293	0,015	0,028	0,075	0,009
$K_{i-3}$	0,079	0,003	0,009	0,005	0
$V_{cp}$	22,13	21,05	22,68	21,57	22,99

Як впливає з табл. 3, середні швидкості руху автопоїздів з тягачами категорії N3 MAN TGA, Iveco Magirus, Scania Rseries, DAF XF 105, Volvo FH16 та напівпричепами категорії O4 у заданих дорожніх умовах мало відрізняються між собою. Максимальне відхилення середньої швидкості руху, що має найбільше значення (Volvo FH16+ KRONE SDP – 27) 22,99 м/с, від найменшого значення (Iveco Magirus + KRONE SDP – 27) 21,05 м/с не перевищує 8,5 %, тобто подальше порівняння автопоїздів повинно виконуватися за іншими критеріями, зокрема за витратою палива на заданому маршруті.

## ВИСНОВКИ

Проведеними дослідженнями встановлено, що за середньою швидкістю руху, що визначає продуктивність транспортних засобів, автопоїзди з тягачами категорії N3 MAN TGA, Iveco Magirus, Scania Rseries, DAF XF 105, Volvo FH16 та напівпричепами категорії O4 у заданих дорожніх умовах майже ідентичні. Тому подальше порівняння автопоїздів повинно виконуватися за іншими критеріями, зокрема за витратою палива на заданому маршруті.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фаробин Я. Е. Оценка эксплуатационных свойств автопоездов для международных перевозок / Я. Е. Фаробин, В. С. Шупляков. – М. : Транспорт, 1983. – 200 с.
2. Автомобили грузовые. Общие технические условия : ГОСТ 21398-89. – [Чинний від 1991-01-01]. – М. : Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 15 с.
3. Автотранспортные средства. Скоростные свойства. Методы испытаний : ГОСТ 22576-90. – [Чинний від 1992-01-01]. – М. : Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1991. – 13 с.
4. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автотранспортных средств, включая автотранспортные средства, оборудованные только электродвигателем, в отношении измерения максимальной скорости : Правило ООН № 68. – [Чинне від 1987-05-01]. – Женева : ООН, 1987. – 16 с.
5. Тарасик В. П. Теория движения автомобиля : учебник для вузов / В. П. Тарасик. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 478 с.
6. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посібник / В. П. Сахно, Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай. – К. : КВІЦ, 2004. – 174 с.
7. Кошарный Н. Ф. Автомобили. Тягово-скоростные свойства : учеб. пособие / Н. Ф. Кошарный. – К. : УМК ВО, 1990. – 95 с.
8. Жаров К. С. Дослідження середньої швидкості руху та продуктивності автопоїздів / К. С. Жаров // Вісник НТУ : в 2-х частинах: Ч. 1. – К. : НТУ, 2008. – № 17. – С. 126–133.
9. Встановлення та використання пристроїв обмеження швидкості для певних категорій механічних транспортних засобів у Співтоваристві : Директива Ради 92/6/ЕЕС. – [чинна від 1992-02-10]. – Брюссель : Офіційний вісник ЄС, 1992. – 2 с.
10. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения: I. Транспортных средств в отношении ограничения их максимальной скорости или их регулируемой функции ограничения скорости; II. Транспортных средств в отношении установки устройств ограничения скорости (УОС); III. Устройств ограничения скорости (УОС) и регулируемого устройства ограничения скорости : Правило ООН № 89. – [Чинне від 1992-10-01]. – Женева : ООН, 1992. – 40 с.
11. Порядок затвердження конструкції транспортних засобів, їх частин та обладнання, затверджений наказом Міністерства інфраструктури України від 17 серпня 2012 року № 521, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 14 вересня 2012 року за № 1586/21898 : за станом на 1 березня 2014 р. [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Офіц. веб - портал. – 2012. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1586-12>

## REFERENCES

1. Ya. Farobin, V. Shuplyakov (1983). Otsenka ekspluatatsionnykh svoystv avtopoezdov dlya mezhdunarodnykh perevozk [Evaluation of the operational properties of road trains for international transport]. Moscow, Transport, 200 p. [in Russian]
2. Avtomobili gruzovye. Obschie tehicheskie usloviya : GOST 21398-89. [Trucks. General specifications: GOST 21398-89 (1990)]. - [Existing from 1991-01-01]. – Moscow, USSR State Committee for Quality Management of Products and Standards. [in Russian]
3. Avtotransportnyie sredstva. Skorostnyie svoystva. Metodyi ispyitaniy : GOST 22576-90. [Motor vehicles. Velocity properties. Test methods: GOST 22576-90]. - [Existing from 1992-01-01] (1991). Moscow, State Committee of the USSR for the management of product quality and standards/ [in Russian].

4. Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles, including motor vehicles equipped only with an electric motor, with respect to the measurement of maximum speed: UN Regulation No. 68. - [Existing from 1987-05-01] (1987). Geneva, United Nations.

5. Tarasik V. (2006) Teoriya dvizheniya avtomobilya: Uchebnik dlya vuzov [The theory of motion of a car: Textbook for high schools]. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 478 p. / [in Russian].

6. V. P. Sakhno, G. B. Bezborodova, M. M. Mayak & S. M. Sharai (2004). Avtomobili. Tiahovo-shvydkisni vlastyivosti ta palyvna ekonomichnist: navch. posibnyk [Cars. Pull-speed properties and fuel efficiency: teach. manual]. Kiev, KVITs, 174 p. / [in Ukrainian].

7. Kosharny N. F. (1990) Cars. Avtomobili. Tyagovo-skorostnyie svoystva: Ucheb. Posobie [Traction-speed properties: teach. manual]. Kiev, UMK VO, 95 p.

8. Zharov K. S. (2008). Doslidzhennia serednoi shvydkosti rukhu ta produktyvnosti avtopoizdiv [Research of average speed of motion and productivity of trains / K. S. Zharov] Bulletin of NTU: In 2 parts: Part 1. Kiev: NTU. Vol. 17. P. 126-133.

9. Installation and use of speed limitation devices for certain categories of motor vehicles in the Community: Council Directive 92/6 / EEC (1992). - [effective as of February 2, 1992]. Brussels: Official Journal of the EU. 2 p.

10. Edinoobraznyie predpisaniya, kasayuschiesya ofitsialnogo utverzhdeniya: I. Transportnyih sredstv v otnoshenii ogranicheniya ih maksimalnoy skorosti ili ih reguliruemoy funktsii ogranicheniya skorosti; II. Transportnyih sredstv v otnoshenii ustanovki ustroystv ogranicheniya skorosti (UOS); III. Ustroystv ogranicheniya skorosti (UOS) i reguliruemogo ustroystva ogranicheniya skorosti : Pravilo OON # 89. [Uniform provisions concerning the approval of: I. Vehicles with respect to limiting their maximum speed or their adjustable speed-limiting function; II. Vehicles with regard to the installation of speed limitation devices (VSS); III. Speed limitation devices (VOS) and an adjustable speed limitation device: UN Regulation No. 89]. - [Existing from 1992-10-01] (1992). Geneva: United Nations. 40 p.

11. Poriadok zatverdzhennia konstruktsii transportnykh zasobiv, yikh chastyn ta obladnannia, zatverdzhenyi nakazom Ministerstva infrastruktury Ukrainy vid 17 serpnia 2012 roku № 521, zareiestrovanyi v Ministerstvi yustytzii Ukrainy 14 veresnia 2012 roku za № 1586/21898 : za stanom na 1 bereznia 2014 r. [The procedure for approving the construction of vehicles, their parts and equipment, approved by the order of the Ministry of Infrastructure of Ukraine dated August 17, 2012, No. 521, registered with the Ministry of Justice of Ukraine on September 14, 2012 under No. 1586/21898: as at March 1, 2014] (2012). Retrieved from [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1586-12/\\_](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1586-12/_) [in Ukrainian].

**В. П. Сахно<sup>1</sup>, В. В. Біліченко<sup>2</sup>, К. С. Жаров<sup>1</sup>, І. С. Мурований<sup>3</sup>, С. М. Шарай<sup>1</sup>**

## **ДО ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ АВТОПОЇЗДІВ З ТЯГАЧАМИ КАТЕГОРІЇ N3 ЗА СЕРЕДНЬОЮ ШВИДКІСТЮ РУХУ**

<sup>1</sup>Національний транспортний університет

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

<sup>3</sup>Луцький національний технічний університет

У статті проаналізовано показники тягово-швидкісних властивостей автопоїздів, що визначають середню швидкість руху, а отже і їх транспортну продуктивність. Останнє дуже важливо, бо автомобілі-тягачі категорії N3 в Україні не випускаються і перевізники повинні купувати їх за кордоном. Стаття дозволяє обрати кращий автомобіль-тягач категорії N3 для автопоїздів, що виконують перевезення у міжміському та міжнародному сполученнях.

Об'єкт дослідження – показники тягово-швидкісних властивостей автопоїзда, що визначають середню швидкість руху.

Мета роботи – порівняльна оцінка автопоїздів, що виконують перевезення у міжміському та міжнародному сполученнях за середньою швидкістю руху, що визначає собою транспортну продуктивність АТЗ.

Розв'язання поставленої задачі складається із розгляду низки послідовних питань із метою визначення:

- опору руху та сумарного опору;
- довжини ділянок дороги, які долаються на кожній передачі;
- часу руху на кожній із передач;



– середньої швидкості АТЗ на заданому маршруті.

Проведеними дослідженнями встановлено, що за середньою швидкістю руху, що визначає продуктивність транспортних засобів, автопоїзди з тягачами категорії N3 MAN TGA, Iveco Magirus, Scania Rseries, DAF XF 105, Volvo FH16 та напівпричепами категорії O4 у заданих дорожніх умовах майже ідентичні.

**Ключові слова:** автопоїзд; дорога; маршрут; рух, швидкість, час; шлях.

*Сахно Володимир Прохорович*, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Автомобілі», Національний технічний університет, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

*Біліченко Віктор Вікторович*, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

*Жаров Костянтин Сергійович*, кандидат технічних наук, завідувач відділу реєстрації, інформаційного забезпечення та контролю ДП «ДержавотрансНДІпроект» e-mail: szharov@insat.org.ua

*Мурований Ігор Сергійович*, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Автомобілі і транспортні технології», Луцький національний технічний університет, e-mail: igor\_intu@ukr.net

*Шарай Світлана Михайлівна*, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри «Міжнародні перевезення та митний контроль», Національний технічний університет, e-mail: sharay\_s@voliacable.com

**V. Sakhno<sup>1</sup>, V. Bilichenko<sup>2</sup>, K. Zharov<sup>1</sup>, I. Murovaniy<sup>3</sup>, S. Sharai<sup>1</sup>**

## **TO THE COMPARATIVE EVALUATION OF AUTOMOBILES WITH N3 CATEGORIES WITH MIDDLE-FUNCTION MOVEMENT**

<sup>1</sup>National Transport University

<sup>2</sup>Vinnitsia National Technical University

<sup>3</sup>Lutsk National Technical University

The article analyzes the characteristics of traction-speed properties of trains, which determine the average speed of movement, and hence their transport performance. The latter is very important, because N3 category vehicles are not manufactured in Ukraine and carriers should buy them abroad. The article allows you to choose the best N3-type tractor for road trains that perform long-distance and international road haulage.

The object of the study - the characteristics of traction-speed properties of the trains, which determine the average speed of movement.

The purpose of the work is the comparative estimation of motor trains, which carry out transportation in intercity and international connections at the average speed of traffic, which determines the transport efficiency of ATZ.

The solution to this task consists of considering a number of consecutive issues in order to determine:

- movement resistance and total resistance;
- length of sections of the road, which are overcome on each transmission;
- time of movement on each gear;
- average speed of ATZ on a given route.

The conducted researches found that the average speed of traffic, which determines the productivity of vehicles, truck trains with tractors of category N3 MAN TGA, Iveco Magirus, Scania Rseries, DAF XF 105, Volvo FH16 and semi-trailers of the category O4 under the given road conditions are almost identical.

**Key words:** road train; road; route; motion, speed, time; way.

*Sakhno Volodymyr*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department "Automobile", National Technical University, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

*Bilichenko Victor*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department of automobiles and transport management, Vinnitsia National Technical University, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

*Zharov Konstantin*, Candidate of Science (Tech.), Head of the Registration, Information Support and Control Department of the State Enterprise "State Automobile Research & Development" e-mail: szharov@insat.org.ua

*Murovaniy Igor*, Ph.D., Associate Professor, Head of the Department "Automobile and Transport Technologies", Lutsk National Technical University, e-mail: igor\_intu@ukr.net

*Sharai Svitlana*, Ph.D., Associate Professor, Professor, Department of International Transportation and Customs Control, National Technical University, e-mail: sharay\_s@voliacable.com

**В. П. Сахно<sup>1</sup>, В. В. Биличенко<sup>2</sup>, К. С. Жаров<sup>1</sup>, И. С. Мурованый<sup>3</sup>, С. М. Шарай<sup>1</sup>**

## **К СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ АВТОПОЕЗДОВ С ТЯГАЧАМИ КАТЕГОРИИ N3 ПО СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

<sup>1</sup>Национальный транспортный университет

<sup>2</sup>Винницкий национальный технический университет

<sup>3</sup>Луцкий национальный технический университет

В статье проанализированы показатели тягово-скоростных свойств автопоездов, которые определяют среднюю скорость движения а, следовательно, и их транспортную производительность. Последнее очень важно, так как автомобили-тягачи категории N3 в Украине не выпускаются и перевозчики должны покупать их за рубежом. Статья позволит выбрать лучший автомобиль-тягач категории N3 для автопоездов, выполняющих перевозки в междугородном и международном сообщениях.

Объект исследования – показатели тягово-скоростных свойств автопоезда, которые определяют среднюю скорость движения.

Цель работы – сравнительная оценка автопоездов, выполняющих перевозки в междугородном и международном сообщениях по средней скоростью движения, определяет собой транспортную производительность АТС.

Решение поставленной задачи состоит из рассмотрения ряда последовательных вопросов с целью определения:

- сопротивления движению и суммарного сопротивления;
- длины участков дороги, которые преодолеваются на каждой передаче;
- времени движения на каждой из передач;
- средней скорости АТС на заданном маршруте.

Проведенными исследованиями установлено, что по средней скоростью движения, определяющей производительность транспортных средств, автопоезда с тягачами категории N3 MAN TGA, Iveco Magirus, Scania Rseries, DAF XF 105, Volvo FH16 и полуприцепами категории O4 в заданных дорожных условиях почти идентичны.

**Ключевые слова:** автопоезд; дорога; маршрут; движение, скорость, время; путь.

*Сахно Владимир Прохорович*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили», Национальный технический университет, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

*Биличенко Виктор Викторович*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

*Жаров Константин Сергеевич*, кандидат технических наук, заведующий отделом регистрации, информационного обеспечения и контроля ГП «ГосавтотрансНИИпроект» e-mail: szharov@insat.org.ua

*Мурованый Игорь Сергеевич*, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобили и транспортные технологии», Луцкий национальный технический университет, e-mail: igor\_intu@ukr.net

*Шарай Светлана Михайловна*, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Международные перевозки и таможенный контроль», Национальный технический университет, e-mail: sharay\_s@voliacable.com