

«Укрбронетехніка» дозволить знизити витрати матеріалу при серійному виробництві та покращити рухливість бронеавтомобіля «Новатор». Методика може бути поширена на інші вузли ходової частини та кузова.

### Література

1. Bendsøe M. P., Sigmund O. Topology Optimization: Theory, Methods and Applications. 2nd ed. – Berlin: Springer, 2004. – 370 p.
2. Autodesk Inc. Inventor 2024 Help: Shape Generator and Stress Analysis. – San Francisco: Autodesk, 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [help.autodesk.com/inventor](https://help.autodesk.com/inventor).
3. ДСТУ В 4104-2008. Автомобілі спеціальні захищені. Загальні технічні вимоги. – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 24с.
4. Christensen P. W., Klarbring A. An Introduction to Structural Optimization. – Dordrecht: Springer, 2009. – 214 p.

УДК 629.113.004

## ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ НА РОЛИКОВОМУ СТЕНДІ

І.А. Мармут

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
mia2005.62@ukr.net*

Для забезпечення достовірності результатів діагностування автомобіля за допомогою нестандартизованих засобів вимірювань треба якісна перевірка цих засобів, згідно регламенту [1, 2] та вимог до роликкових стендів [3]. Для перевірення каналу вимірювання потужності при діагностуванні автомобіля на роликковому стенді ПДС-Л необхідний тарований і повірений динамометр класу не гірше 0,1, а також автомобіль зі справною ходовою частиною. Перевірення каналу вимірювання потужності проводиться після отримання результатів перевірення каналу вимірювання лінійної швидкості. Дії по перевірці каналу вимірювання потужності (КВП) містять такі операції [4, 5]:

1. Забезпечити вимір зусилля, що розвивається автомобілем на стенді із заданою похибкою (похибка динамометра повинна бути в 5...10 разів менше, ніж очікувана похибка каналу вимірювання потужності).

2. Вимірювання тягового зусилля і лінійної швидкості проводяться кілька ( $n$ ) разів, (але не менше п'яти) з вибраною величиною демпфірування гідросистеми стенду. Величина демпфірування (при заданій швидкості роликів) встановлюється за показаннями манометра (допускається користуватися штатним манометром вимірювальної системи стенду).

3. Результати вимірювань для різних установчих швидкостей заносяться в таблиці за такими формами (таблиці 1, 2 і т.д.).

Таблиця 1 – Результати перевірення каналу вимірювання потужності

Швидкість установча $V_k=20$ км/год				
Номер відліку	1	2	3	4...№
Швидкість, км/год	20,1	19,6	...	
Демпфірування, МПа	10	9,8	...	
Тягове зусилля, $P_k, Н$				
Потужність розрахункова – $N_p, кВт$				
Показання індикатора «Потужність» на пульті – $N_{вим}, кВт$				
Похибка абсолютна, кВт				
Похибка відносна				

4. Вимірювання проводяться для значень установчої швидкості 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 км/год.

Таблиця 2 – Результати перевірення каналу вимірювання потужності

Швидкість установча $V_k=30$ км/год				
Номер відліку	1	2	3	4...№
Швидкість, км/год	30,05	29,96	...	
Демпфірування, МПа	5,2	5,3	...	
Тягове зусилля, $P_k, Н$				
Потужність розрахункова – $N_p, кВт$				
Показання індикатора «Потужність» на пульті – $N_{вим}, кВт$				
Похибка абсолютна, кВт				
Похибка відносна				

5. За результатами вимірювань з таблиць 1, 2 і т.д. розраховуються для кожного значення швидкості і тягового зусилля усереднені значення результатів багаторазових вимірювань:

$$\text{- середнє значення швидкості } \bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{ki}}{n},$$

$$\text{- середнє значення розрахункової потужності } \bar{N}_p = \frac{\sum_{i=1}^n N_{pi}}{n},$$

$$\text{- середнє значення показника «Потужність» на індикаторі пульта } \bar{N}_{вим} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{вимi}}{n},$$

$$\text{- середнє значення абсолютної похибки } \overline{\Delta N} = \bar{N}_{вим} - \bar{N}_p,$$

$$\text{- середнє значення відносної похибки } \overline{\delta_N} = \frac{\overline{\Delta N}}{\bar{N}_p}.$$

6. Розрахунки середнього відхилення похибки каналу вимірювання потужності проводять за формулою

$$\sigma_N = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\overline{\Delta N})^2}{n-1} \right]^{1/2}. \quad (1)$$

7. Систематичну складову похибки вимірювача потужності представляють у вигляді динамічної залежності  $\Delta_c(P) = f(V_k)$ . Подання може бути оформлено у вигляді сукупності таблиць (табл. 3).

Таблиця 3 – Середнє тягове зусилля  $P_k = \dots N$

Швидкість, км/год	10	20	30	40	50	60	70
Систематична похибка вимірювання потужності, кВт							

Таблиці 1...3 заповнюються для 3...5 значень тягового зусилля.

8. На підставі п.п. 6 і 7 робляться висновки про придатність каналу вимірювання потужності до експлуатації. Критерії придатності:  $\overline{\delta}_N \leq 0,1$ ,  $\sigma_N \leq 2,5$  кВт.

Примітка. В силу істотних нелінійних температурно-швидкісних характеристик рідини в гідросистемі стенду можливе введення у використання в процесі експлуатації ПДС поправочних коефіцієнтів, отриманих на підставі вимірювань, проведених відповідно до вищевикладеної методики.

## Література

1. Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 13 січня 2016 р. № 94. Редакція від 27.09.2024. Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/94-2016-%D0%BF#Text>.
2. Закон України № 1314-VII «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 5 червня 2014 р. Редакція від 15.11.2024. Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/94-2016-%D0%BF#Text>.
3. Говорущенко М.Я., Волков В.П., Рабінович Е.Х., Мармут І.А., Зуєв В.О. (2009). Роликові стенди для перевірки гальмівних та тягових властивостей автомобілів (теорія, розрахунок та конструювання): монографія. Харків: ХНАДУ, 344 с.
4. Мармут І.А. (2020). Розробка методики повірки системи вимірювання потужності на роликовому стенді пересувної діагностичної станції легкових автомобілів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Науковий журнал ХНТУСГ, 22, 19-26.
5. Володарський Є.Т., Потоцький І.О. (2019). Забезпечення метрологічної надійності вимірювань. Вимірювальна техніка та метрологія, 80(3), 5-9. <https://doi.org/10.23939/istcmtn2019.03.005>.