

Mykola Karpenko ¹, Michał Stosiak ², Bartłomiej Dziewoński ²

¹Wileński Uniwersytet Techniczny im. Giedymina, Wydział Inżynierii Transportu, ²Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny

e-mail: mykola.karpenko@vilniustech.lt

Bezpieczeństwo drgań w e-hulajnogach z oponami pneumatycznymi i niepneumatycznymi

Słowa kluczowe: e-hulajnoga, dragania, bezpieczeństwo

Wprowadzenie

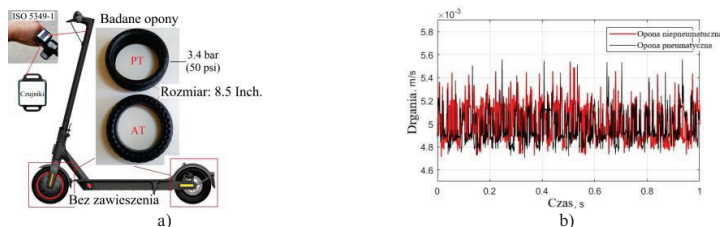
Mikromobilność stała się jednym z głównych globalnych trendów w transporcie miejskim. Jednakże towarzyszy jej również wzrost liczby wypadków, często wynikających z niewłaściwego użytkowania oraz niewystarczających środków bezpieczeństwa, w szczególności w odniesieniu do drgań przenoszonych na użytkowników e-hulajnóg [1]. Wraz z rosnącą popularnością e-hulajnóg wciąż brakuje dobrze opracowanych modeli dynamicznych opisujących ich zachowanie. Tymczasem takie analizy dynamiczne są kluczowe dla poprawy bezpieczeństwa użytkowników oraz doskonalenia konstrukcji pojazdów [2], w szczególności w zakresie sterowania pojazdami dwukołowymi.

Problem badawczy i metoda badawcza

Głównym celem proponowanych badań jest analiza wpływu drgań przenoszonych na użytkownika w warunkach stosowania opon pneumatycznych i niepneumatycznych na bezpieczeństwo i ryzyko związane z eksploatacją e-hulajnóg. Niniejsze badanie koncentruje się na eksperymentalnej analizie drgań elektrycznej hulajnogi (Rys. 1a) w celu zbadania pionowych charakterystyk dynamicznych wywołanych przez różne typy opon oraz ich wpływu na drgania kierowcy podczas rzeczywistej jazdy po nawierzchni z kostki brukowej.

Wyniki

Prędkość e-hulajnogi podczas testu wynosiła 25 km/h, zgodnie z wymaganiami norm EN 15194 oraz ISO 5349-1. Wyniki pomiarów drgań na kierowcy e-hulajnogi przedstawiono na Rys. 1b.



Rys. 1. Parametry badań i wyniki: a) E-hulajnoga i opony objęte badaniami; b) Prędkość drgań na kierowcy e-hulajnogi.

Poziom drgań zmierzony na kierowcy, generowany przez napęd e-hulajnogi, wyniósł $RMS\ 5,07 \times 10^{-3}$ m/s dla opony niepneumatycznej oraz $RMS\ 5,38 \times 10^{-3}$ m/s dla opony pneumatycznej. Analiza wyników pomiarów wskazuje, że wybór opony ma istotny wpływ na zakres drgań, co jest istotne w kontekście sterowania pojazdami dwukołowymi.

Wnioski i podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazują, że rodzaj opony ma mierzalny wpływ na charakterystyki drgań przenoszonych na kierowcę e-hulajnogi. Opona pneumatyczna zapewnia nieco lepsze tłumienie drgań, co może zwiększyć komfort użytkownika oraz bezpieczeństwo sterowania pojazdem. Uzyskane wyniki podkreślają znaczenie doboru odpowiedniego typu opon w kontekście poprawy bezpieczeństwa dynamicznego i stabilności pojazdów mikromobilnych dwukołowych.

Bibliografia

1. Karpenko M., Prentkovskis O., Skačkauskas P. (2025). Analysing the impact of electric kick-scooters on drivers: vibration and frequency transmission during the ride on different types of urban pavements. *Eksplotacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, vol. 27(2), pp. 1-14.
2. Kleinertz H., Ntalos D., Hennes F., Nüchtern J., Frosch K., Thiesen D. (2021). Accident mechanisms and injury patterns in e-scooter users – A retrospective analysis and comparison with cyclists. *Deutsches Arzteblatt International*. vol. 118(8), pp. 117-121.

Mykola Karpenko ¹, Michał Stosiak ², Bartłomiej Dziwowski ²

¹Vilnius Gediminas Technical University, Faculty of Transport Engineering, ²Wrocław University of Science and Technology, Faculty of Mechanical Engineering

e-mail: mykola.karpenko@vilniustech.lt

Vibration safety in e-scooters with pneumatic and non-pneumatic tires

Keywords: e-scooter, vibration, safety

Introduction

Micromobility has become a major global trend in urban transportation. However, it has also been accompanied by an increase in accidents, often resulting from improper usage and insufficient safety measures particularly in relation to vibrations transmitted to riders on e-scooters [1]. As e-scooters continue to gain popularity, well-established dynamic models for their behavior are still lacking. Yet, such dynamic analyses are essential for improving rider safety and guiding vehicle design [2], especially in controlling of two-wheels vehicle.

Research problem and research methodology

The primary objective of the proposed research is to investigate how vibrations transmitted to the rider, under both pneumatic and non-pneumatic tire conditions, influence the safety and risk associated with e-scooter drive. This study focuses on the experimental vibration analysis of an electric scooter (Fig. 1a) to investigate the vertical dynamic characteristics induced by different types of tires and their influence on handlebar vibrations during real-time operation on brick pavement.

Results

The e-scooter speed during a test was set a 25 km/h regarding specifics to EN 15194 and ISO 5349-1 standards. The results of measured vibration at e-scooter handlebar are presented at Fig. 1b.

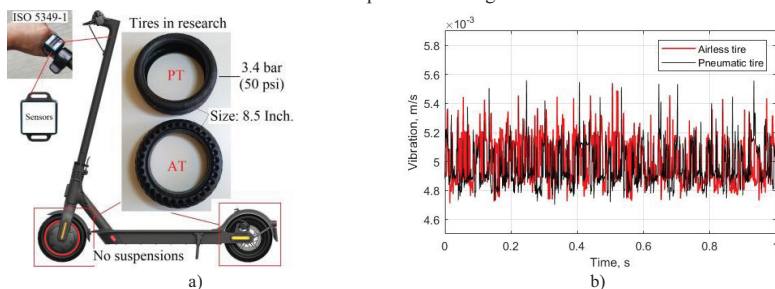


Fig. 1. Research setups and results: a) E-scooter and tires under research; b) Measured vibration velocity on e-scooter handlebar

The vibration level measured at handlebar produced by the e-scooter drive was recorded at 5.07×10^{-3} m/s for non-pneumatic tire and 5.38×10^{-3} m/s for pneumatic tire. Upon analysing the measurements, it appears that, registered vibration range by choose a different tire is significant for case of two-wheels vehicle controlling.

Conclusions

The research demonstrate that tire type has a measurable impact on the vibration characteristics transmitted to the e-scooter handlebar. The pneumatic tire provides slightly better vibration attenuation, which can enhance rider comfort and more safety for vehicle controllability. These findings highlight the importance of tire selection in improving the dynamic safety and stability of two-wheeled micromobility vehicles.

Literature

1. Karpenko M., Prentkovskis O., Skačkauskas P. (2025). Analysing the impact of electric kick-scooters on drivers: vibration and frequency transmission during the ride on different types of urban pavements. *Eksplotacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, vol. 27(2), pp. 1- 14.
2. Kleintertz H., Ntalos D., Hennes F., Nüchtern J., Frosch K., Thiesen D. (2021). Accident mechanisms and injury patterns in e-scooter users – A retrospective analysis and comparison with cyclists. *Deutsches Arzteblatt International*, vol. 118(8), pp. 117-121.