

## ФОРМУВАННЯ ПРУЖНО-ДЕМПФУЮЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНІЧНОЇ ПІДВІСКИ – ДІАГРАМА КОНФЛІКТУ ПЛАВНОСТІ ТА СТІЙКОСТІ РУХУ

<sup>1</sup> Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П.Сагайдачного, м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

### Анотація

Виконано дослідження оптимального поєднання величин динамічного ходу підвіски та її пружних і демпфуючих характеристик

**Ключові слова:** активні підвіски, демпфуючі характеристики, плавність руху

Розвиток конструкції підвіски автомобілів впродовж останніх двох десятиліть разом із зростаючим розповсюдженням активних і напівактивних типів з автоматикою регулювання пружин та демпфуючих характеристик, зумовив деталізацію досліджень проблеми оптимального поєднання величин динамічного ходу підвіски та її пружних і демпфуючих характеристик. У нещодавній фундаментальній праці професорів М. Mitschke, Н. Wallentowitz Динаміка автотранспорту [1] та у подальших дослідженнях теорії і практики активних підвісок професорів Р. Fleuren, М. Becker, F. Fruchauf, А. Wielenberg [2-4] та інших, деталізовано формування пружних характеристик, як основи плавності руху, та демпфуючих, як основи стійкості руху – мінімізації коливань вертикальних навантажень у контакті шини з опорною поверхнею. Для механічних підвісок жорсткість  $C_{II}$  та коефіцієнт демпфування  $k_a$  практично є сталими і очевидно, що компромісний оптимум їхнього поєднання є змінним, залежно від завантаження автомобіля і висот мікропрофілю дороги в умовах бездоріжжя. Як приклад на рис. представлено так звану діаграму конфлікту механічної (пружинної) підвіски бойової колісної машини DINGO на шасі Unimag U 5000 для спорядженої та бойової маси при русі зі швидкістю 60 км/год твердою ґрунтовою дорогою з висотами нерівностей у межах 80 мм [4].

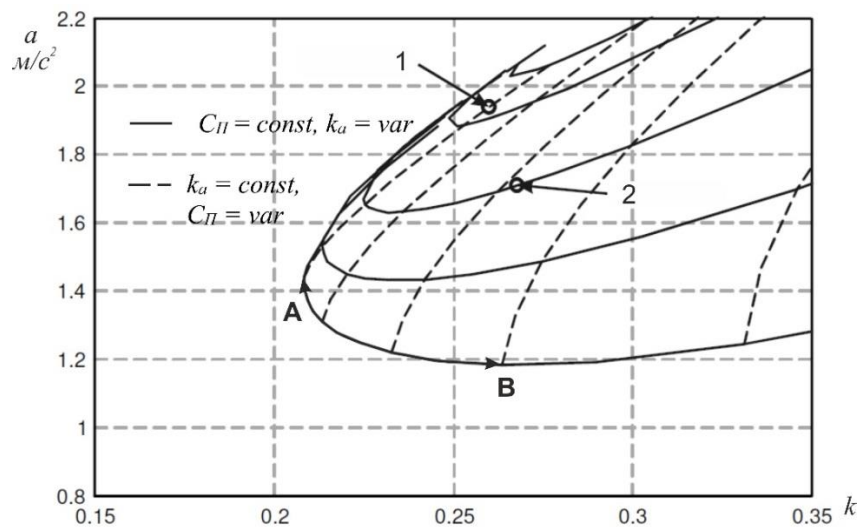


Рис. Діаграма конфлікту «комфорт-безпека» для механічної підвіски DINGO (Unimag U 5000) на ґрунтовій дорозі з даними (А. Wielenberg)

Тут  $a$  – вертикальні прискорення підресорених мас,  $k$  – коефіцієнт зміни вертикальних навантажень на колесо відносно статичного значення. Для існуючої конструкції підвіски зазначено де 1 – це рух порожньої машини з водієм, а 2 – рух номінально завантаженого автомобіля. Амплітуда коливань непідресорених мас (динамічний хід підвіски) у варіанті 1 – 77 мм, у варіанті 2 – 82 мм, тобто для відносно типової ґрунтової дороги необхідний повний хід підвіски – склав 176 мм при збереженні умови уникнення так званого пробоя і передачі недопустимих навантажень на екіпаж. Точка А відповідає зоні мінімальних коливань навантажень у зоні контакту шини з дорогою, тобто максимально вимогам безпеки – стійкості руху, а точка В – зоні мінімальних коливань підресорених мас – плавності руху. Тобто найкращий для умов руху пружній характеристиці підвіски – крива АВ і є бажаною характеристикою підвіски (де А і В практично ніколи не співпадають), досягнення якої однак вимагає вже активної підвіски з автоматикою регулювання  $C_{\Pi}$  і  $k_a$ . Фіксовані значення  $k_a$  і  $C_{\Pi}$ , що характерні для механічних, пасивних підвісок, досить далекі від зони АВ (рис) з різними ступенями наближеності залежно від типу, стану дороги та швидкості руху. Очевидно, що для доріг з твердим покриттям та в умовах бездоріжжя раціональні з умов плавності та стійкості руху значення  $C_{\Pi}$  і  $k_a$  будуть суттєво відрізнятися.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. M. Mitschke, H. Wallentowitz, Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer-Verlag, Berlin-New York, 2004. 806 p. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-662-06802-1>
2. P.W. Fleuren, Independent front suspension on trucks, *M.Sc. thesis*, Department of Mechanical Engineering, Dynamics and control group, Eindhoven University of Technology, 2009. 97 p. URL: <http://www.mate.tue.nl/mate/pdfs/10648.pdf> (дата звернення:29.03.2021).
3. Becker, M., Jaker, K.P., Fruhauf, F., et al., Development of an active suspension system for a Mercedes-Benz coach (o404). *Proc. IEEE Int. Symp. on Computer-Aided Control System Design*, 1996. P.146–151.
4. Wielenberg, Andreas; Harchenko, Jewgenij; Jäker, Karl-Peter; Trächtler, Ansgar: Modellbasierte Entwicklung eines volltragenden, vollaktiven Federungssystems für ein geländegängiges Nutzfahrzeug. 4. *VDI/VDE-Fachtagung zur Steuerung und Regelung von Fahrzeugen und Motoren (AUTOREG 2008)*, Feb 2008.

**Манзяк Михайло Олександрович**, провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії факультету бойового застосування військ, Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів, [Manziakdoc@gmail.com](mailto:Manziakdoc@gmail.com)

**Грубель Михайло Григорович**, доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри автомобілів та автомобільного господарства, факультет бойового застосування військ, Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів, [m.g.grybel@gmail.com](mailto:m.g.grybel@gmail.com)

**Ланець Олена Валеріївна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування, Інститут механічної інженерії та транспорту, Національний університет «Львівська Політехніка», Львів, [olena.v.lanets@lpnu.ua](mailto:olena.v.lanets@lpnu.ua)

### FORMATION OF ELASTIC-DAMPING CHARACTERISTICS OF MECHANICAL SUSPENSION-DIAGRAM OF CONFLICT OF SMOOTHNESS AND STABILITY OF MOVEMENT

#### Abstract

*The study of the optimal combination of the values of the dynamic stroke of the suspension and its elastic and damping characteristics*

**Keywords:** active suspensions, damping characteristics, smoothness of movement

**Mykhailo Manziak**, Leading scientific researcher of scientific-research laboratory of combat application troops faculty, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine, [Manziakdoc@gmail.com](mailto:Manziakdoc@gmail.com)

**Mykhailo Hrubel**, Candidate of Sciences, Associate professor, Head of the Department of Automobiles and Automotive Industry, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine, [Manziakdoc@gmail.com](mailto:Manziakdoc@gmail.com)

**Lanets Olena**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Robotics and Integrated Mechanical Engineering Technologies, Institute of Mechanical Engineering and Transport, Lviv Polytechnic National University, Lviv, [olena.v.lanets@lpnu.ua](mailto:olena.v.lanets@lpnu.ua)