

УДК 621.302:621.314.1

ЗАСТОСУВАННЯ КОМПАКТНИХ МАЯТНИКОВИХ ДИНАМІЧНИХ ГАСНИКІВ КОЛИВАНЬ

COMPACT TYPE PENDULUM TYPE DYNAMIC VIBRATION ABSORBERS APPLICATION

Богдан Дівесєв, Віктор Мартин, Ігор Деревінка
Національний університет «Львівська політехніка»
79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12

The paper deals with the methods of calculation and optimization of compact pendulum type dynamic vibration absorbers for vibration decreasing. The algorithms for vibration decreasing of elongated machine elements are received. The main aim of this paper is different type dynamic vibration absorbers investigation and optimization. A technique is developed to give the optimal dynamic vibration absorbers for the elimination of excessive vibration in harmonic and impact forced system.

Вібрація в машинах і спорудах відіграє негативну роль, за виключенням класу машин, що використовують вібрацію для здійснення технологічних процесів. Близько 70% конструкцій руйнуються внаслідок впливу вібрації. Небезпечна вібрація і для організму людини. Вона викликає різноманітні захворювання і значно знижує рівень комфортності навіть при незначних амплітудах коливань. Ефективним способом зменшення рівнів вібрації є динамічний гасник коливань (ДГК).

ДГК широко застосовуються в техніці [1,2]. ДГК бувають різних типів, однак основний принцип функціонування ДГК – це поглинання вібраційної енергії за рахунок приєднання до основної конструкції додаткових мас на пружинах. При відповідному налаштуванні ці маси інтенсивно коливаються і поглинають значну частину енергії.

ДГК поділяються на пасивні, активні та напівактивні. Пасивні ДГК можна у першому наближенні вважати еквівалентними масі на пружині. Активні ДГК містять додаткове джерело енергії, яке діє у протифазі зі збуджуючою силою. Напівактивні (адаптивні) ДГК містять ланку керування пружним або демпфуючим елементом. Проте два останні різновиди неодмінно використовують як конструктивний елемент деякий пасивний ДГК. Тобто, в усіх випадках при розв'язанні задачі оптимального проектування ДГК виникає задача оптимізації його конструкції. Проте при широкому частотному спектрі зовнішніх збурень, що викликаються різноманітними чинниками, можливе виникнення резонансних коливань. Пасивні ДГК довгий час широко використовуються у будівництві для захисту висотних споруд від вітрових та сейсмічних навантажень [3]. Широко застосовуються ДГК маятникового типу. Застосовуються дискретно-континуальні моделі [4-18], що враховують гнучкість елементів конструкції, а, особливо, гнучкість великогабаритних подовгастих штанг обприскувачів, стріл пожежних машин, веж пересувних бурових установок, канатних доріг тощо.

Динамічний гасник коливань, що містить вібропоглинаючий інерційний елемент, виготовлений у вигляді криволінійної поверхні та рухомої маси, відрізняється тим, що криволінійна поверхня виготовлена у вигляді пластини з регульованою кривизною, а вся конструкція розміщена у контейнері частково заповненим в'язкою рідиною, що дозволяє, з урахуванням можливості зміни форми пластини, рівня рідини у контейнері здійснювати прецизійне налаштування регульованого динамічного гасника коливань на задану робочу частоту з одночасним забезпеченням його оптимальних демпфуючих властивостей.

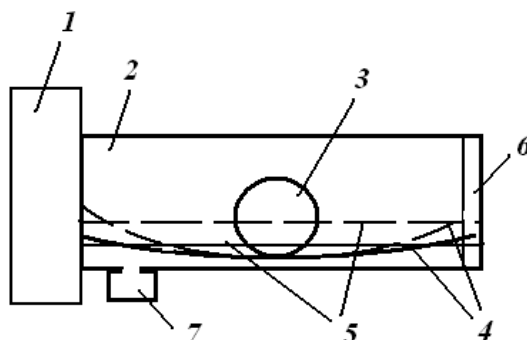
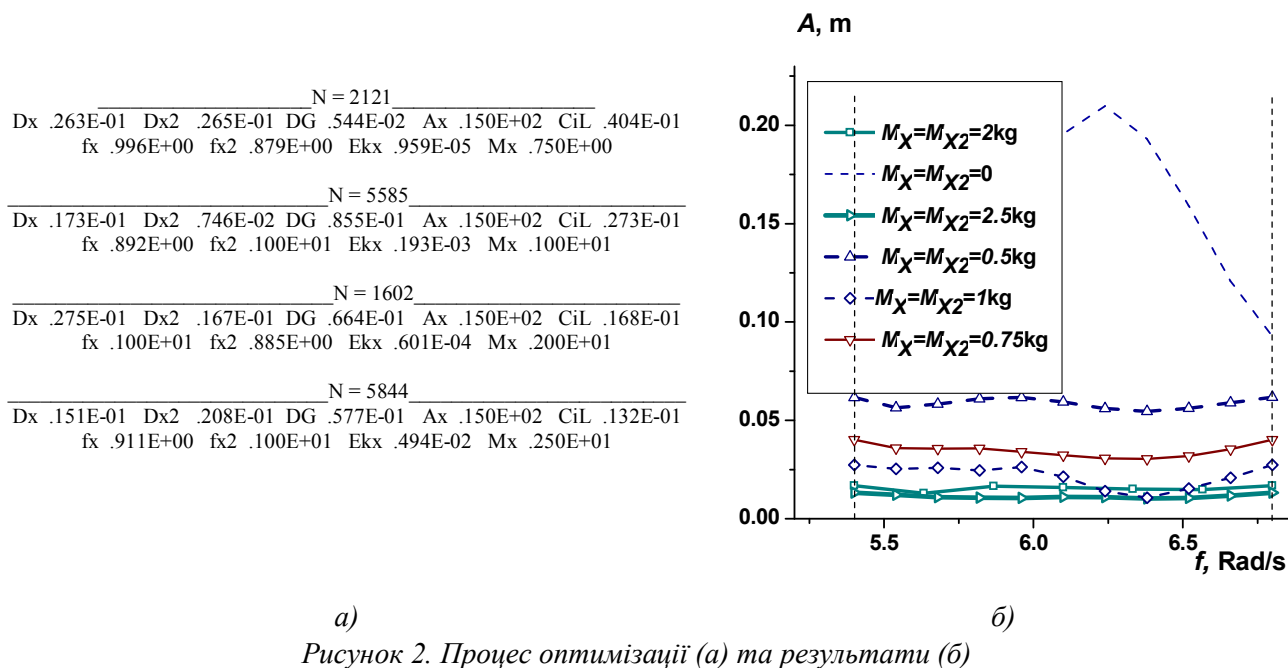


Рисунок 1. Динамічний гасник коливань, що містить вібропоглинаючий інерційний елемент жорстко закріплений до амортизованого об'єкта 1 і містить контейнер 2 з рухомою масою 3 та пластиною змінної кривизни 3. Контейнер наповнений в'язкою рідиною 4 (машинним маслом). Кривина пластини 5 регулюється притискним пристроєм 6. Рівень масла регулюється через клапан 7

Розрахунки велися на основі алгоритмів [4-18]. Цільова функція для оптимізації ДГК задавалася як максимальне відхилення базисної конструкції у деякому частотному діапазоні

$$CiL = \text{Max}(u_1(f)), \alpha f_R < f < \beta f_R, \quad (1)$$

Процес оптимізації за допомогою генетичного алгоритму та результати подано на рис. 2.



Тут використано 2 ДГК та 4 параметри оптимізації: f_x , f_{x2} – власні частоти ДГК; D_x , D_{x2} – Маса базису була $m_1=10\text{kg}$, власна частота $f_R=1\text{Hz}=6.28\text{ Rad/s}$, пропорційне демпфування $-D1=0.03$. Можна помітити, що використання ДГК з активною масою, більшою за 1кг, стає недоцільним.

Для вирішення інженерної задачі оптимального проектування конструкції ДГК треба вирішити ряд інженерних задач: оптимізація вібропоглинаючих властивостей ДГК в достатньо широкому частотному діапазоні, довговічність конструкції, габарити, вартість. Наведено приклад конструкції малогабаритного простого ДГК, що має перевагу над рядом широкоживаних при вібраційному та ударному збуренні. Ця конструкція ДГК може бути застосована і як основа конструкції адаптивних ДГК.

Література:

1. *Вібрації в техніці. Т.6. Защита от вибрации и ударов.* –М.: Машиностроение. 1981. – 456 с.
2. Den Hartog, J. P. (1956), *Mechanical Vibrations (4th edition)* Mc Graw-Hill, New York.
3. E. Jacquelin, J.-P. Laine, A. Bennani, M. Massenzio *The anti-oscillator model parameters linked to the apparent mass frequency response function. Journal of Sound and Vibration* 312 (2008) 630–643
4. Дівеєв Б.М., Вікович І.А., Бутитер І.А., Ройко Ю.Я., Керування вібраційними процесами динамічних гасників коливань в сільгоспагрегатах з обертовими елементами. *Вісн. Національного університету “Львівська політехніка” // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні.* – Львів. № 40. 2006. – С.99-105.
5. Igor Vikovych, Bohdan Diveyev, Igor Butyter. *Prospects of Modern Methods for Optimum Designing Mobile Vehicles. Матеріали XIV українсько-польської конференції «САПР у проектуванні машин. Питання впровадження та навчання» САДМ’2006.* – С. 130-132.
6. Дівеєв Б.М., Дорош І.А. *Проблеми віброзахисту та динамічної стабілізації у штангових обприскувачах.* // *Всеукр. наук.-техн. журнал “Вібрації в техніці та технологіях”.* – Вінниця: ВДАУ, 2006. - № 1 (43). – С. 27 – 29.
7. Кузьо І.В., Дівеєв Б.М., Коваль Т.Б. *Динаміка великогабаритного подовгастого елемента мобільних машин. Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні.* №583, 2007.–С.48-51.
8. Б.М.Дівеєв *Раціональне моделювання динамічних процесів у складних конструкціях.* *Вісн. Національного університету “Львівська політехніка” // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні.* – Львів. № 41. 2007. – С.103-108.
9. Б.М.Дівеєв, О.М.Дубневич, Я.М.Олексюк. *Проектування динамічних гасників коливань для транспортних процесів.* *Вісн. Національного університету “Львівська політехніка” // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні.* – Львів. № 41. 2007. – С.109-116.
10. Дівеєв Б.М., Коваль Т.Б., Бутитер І.Б. *Динамічні гасники коливань у машинах з гнучкими подовгастими елементами.* *Вібрації в техніці та технологіях.* №1(46), 2007.-С.76-79.
11. Дівеєв Б.М., Вітрух І.П., Смольський А.Г. *Проектування системи гасників коливань для транспортних засобів.* *Вібрації в техніці та технологіях.* №3(48), 2007.-С.37-41
12. Diveyev Bohdan, Vikovych Igor, Dorosh Ihor, Kernyttsky Ivan. *Different type vibration absorbers design for beam-like structures. Proceeding of ICSV19, Vilnius, Lithuania, July 08-12, 2012*
13. Hennadiy Cherchyk, Diveyev, Yevhen Martyn, Roman Sava. *Parameters identification of particle vibration absorber for rotating machines. / Proceeding of ICSV21, Vilnius, Lithuania, July 08-12, 2012.*
14. В.Є. Мартин, Б.М. Дівеєв, І.Р. Дорош. *Застосування різного типу маятникових динамічних гасників коливань.* *Східно-Європейський журнал передових технологій.* №5, 2014
15. Дівеєв Б.М., Вікович І.А., Мартин В.Є., Дорош І.Р. *Зменшення амплітуди коливань за допомогою комбінованих динамічних гасників коливань // Вібрації в техніці і технологіях, 2014, №4(76), - С.5 -9.*
16. І.А. Вікович, Б.М. Дівеєв, Коваль Т.Б., В.Є. Мартин. *Застосування різного типу маятникових динамічних гасників коливань.* *Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство», вип. 45, (05-06.2014 р.). Луцьк, С. 79-84.*
17. Дівеєв Б.М., Мартин В.Є. *Визначення механічних характеристик матеріалу вібропоглинаючого покриття.* *Щорічний науково-виробничий журнал Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів та поїздів.* № 22. 2014.- С53-59.
18. Bohdan Diveyev, Yevhen Martyn, Gennadij Cherchyk, Ihor Dorosh. *Constructions dynamic parameters identification by means of elastically attached masses. Математичні проблеми механіки неоднорідних структур.* Львів 2014. С.402-404.