Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

TEBRANISHLARDAN HIMOYALANUVCHI SISTEMALARNING BIR MASALASI HAQIDA

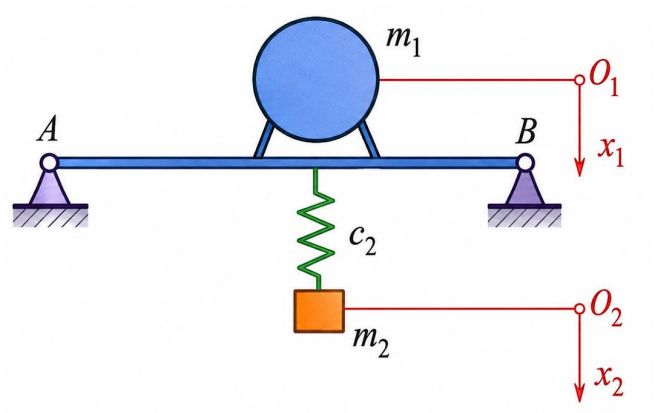
Boboyorov J., Amirhamzayeva H., Babakulova Sh.

Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.20393965

Hozirgi zamon fan taraqqiyotining asosiy talablaridan biri texnikada keng qo‘llanilayotgan qurilmalarning chidamliligini oshirish, ularning ishlash muddatlarini oshirish hisoblanadi. Shu jihatdan qurilmalarga o‘rnatilgan tebranishlarni dinamik so‘ndirgichlarni optimal rostlash masalasi dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Ushbu ishda kuchsiz chiziqlimaslikka ega bo‘lgan tebranishlarni dinamik so‘ndirgichli himoyalanuvchi sistemaning parametrlarini optimal rostlash masalasi qaraladi. Sistema parametrlarini optimal rostlash sistema amplituda-chastota xarakteristikasi maksimal qiymatlarining tengligi shartiga asoslanadi [1]. Ishda qaralayotgan mexanik sistema dinamikasi va ustuvorligi [2] da qaralgan.

Quyida tasvirlangan tebranishlardan himoyalanuvchi sistemani qaraymiz. Tebranma harakatlarni sodir qilayotgan asosga o‘rnatilgan balka ustida kuchsiz chiziqlimas elastiklik xarakteristikasiga ega himoyalanuvchi ob’ekt o‘rnatilgan bo‘lib, sistema qo‘shimcha yuk – elastik prujina vositasida mahkamlangan qattiq jismdan iborat dinamik so‘ndirgich orqali zararli tebranishlari so‘ndiriladi.



Qaralayotgan mexanik sistemaning harakat differensial tenglamalari quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\begin{aligned} &m_1\left(\ddot{x}_0+\ddot{x}_1\right)+c_1\ x_1+\varepsilon\dot{\Phi}\left(x_1\right)-c_2x_2=0;\\ &m_2\left(\ddot{x}_0+\ddot{x}_1+\ddot{x}_2\right)+c_2x_2=0, \end{aligned} \qquad (1)$$

bu yerda m_1, m_2 - mos ravishda tebranishlardan himoyalanuvchi ob’ekt va dinamik so‘ndirgich massalari; c_1, c_2 - bikrlik koeffitsiyentlari; $\varepsilon\dot{\Phi}\left(x_1\right)$ - sistema energiya tarqalishining chiziqlimasligini ifodalovchi funksional. Uni E.S.Sorokin gipotezasi bo‘yicha kompleks ko‘rinishida qabul qilamiz [3].

Qaralayotgan sistema statsionar amplitudalari uchun ifodalar [2] da olingan bo‘lib, undan foydalangan holda tebranishlardan himoyalanuvchi sistema uchun dinamiklik koeffitsientini quyidagicha yozib olamiz:

$$\eta=\frac{a_2^2k_1^4}{\xi^2}=\frac{1+\nu^2}{(p-1)^2\left(p-(1+\mu)q\right)^2+(p-q)^2\nu^2}, \qquad (2)$$

bu yerda $p=\frac{\omega^2}{k_1^2}; q=\frac{k_2^2}{k_1^2}$ - o‘lchovsiz chastotalar; $k_1=\sqrt{\frac{c_1}{m_1}}, k_2=\sqrt{\frac{c_2}{m_2}}; \omega$ - xususiy va uyg‘otuvchi kuch chastotalari; $\mu=\frac{m_2}{m_1}$; ν - chiziqlimaslik parametri.

Tebranishlardan himoyalanuvchi sistema parametrlarini optimal rostlash quyidagi kriteriyga asoslanadi [4]:

- sistema dinamiklik koeffitsiyenti grafigida sistema parametrlarining turli qiymatlarida shu funksiyalar grafiklari kesishadigan invariant nuqtalar aniqlanadi;

- turli shartlar asosida qaralayotgan funksiyalar ordinatalarining qiymatlari tenglashtirilib, sistema parametrlari orasidagi munosabatlar aniqlanadi.

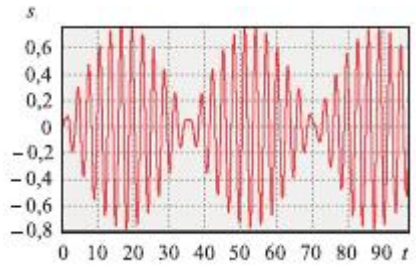
(2) kasr funksiyada ν parametrning turli qiymatlarida invariant nuqtalarda uning qiymatlari tengligi aniqlandi. Hosilaviy proporsiya xossasiga asoslangan holda funksiya uchun invariant nuqtalar mavjudligi va topish shartini hosil qilamiz:

$$|(p-1)(p-(1+\mu)q)|=|p-q|. \qquad (2)$$

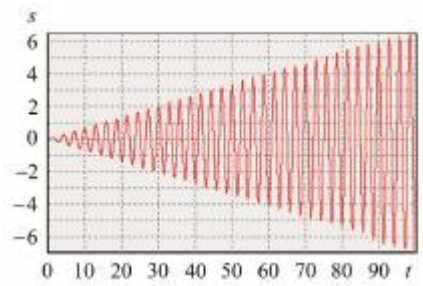
Bu tenglamalarni yechib, musbat ishorali o‘lchovsiz chastotalarni olib, ularning yig‘indisi uchun

$$p_1+p_2=1+\mu$$

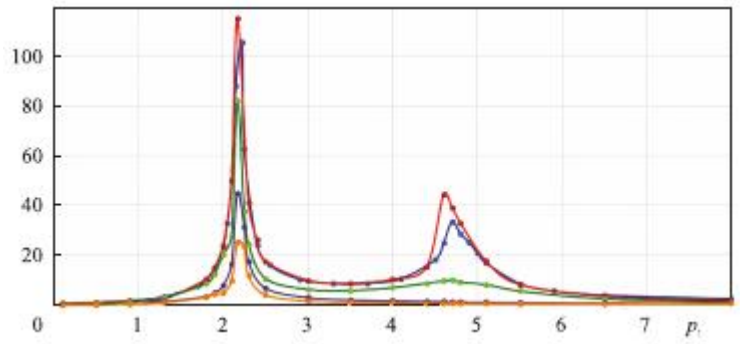
shartni e’tiborga olib, tenglikning o‘ng tomoni o‘zgarmas qiymat qabul qilishligi shartidan foydalangan holda $\frac{c_2 m_1}{c_1 m_2}=1+\mu$ munosabatni hosil qilamiz.



1-chizma. Tepki hodisasi.



2-chizma. Rezonans hodisasi.



3-chizma. Amplituda-chastota xarakteristikasi.

Topilgan ushbu parametrlarga mos ravishda tebranishlardan himoyalanuvchi sistemaning xususiy chastota va uyg‘otuvchi kuch chastotalari bir-biriga yaqin bo‘lgan holdagi tebranma harakati «tepki hodisasi», teng bo‘lgan holdagi «rezonans hodisasi»ning grafiklari 1-2-chizmalarda keltirilgan. 3-chizmada kuchsiz chiziqlimaslik natijasida hosil bo‘ladigan energiya yo‘qotishlari turli xil qiymatlarda bo‘lgan hollar uchun tebranishlardan himoyalaruvchi sistemaning amplituda-chastota xarakteristikalari olingan. Maksimal amplitudalar bir-biriga yaqin bo‘lgan amplituda-chastota xarakteristikalari tebranishlardan himoyalanuvchi sistemalarning keltirilgan model orqali yaxshi rostlanganligini ko‘rsatadi.

Adabiyotlar:

1. Коренев Б.Г., Резников Л.М. Динамические гасители колебаний. – М.: Наука, 1988. – 304с.
2. Дусматов О., Буранов Х. Устойчивость нелинейных гармонических колебаний виброзащитной системы при использовании линейного ДГК./ Проблемы механики. – 2005, №5-6. – с. 64-67.
3. Сорокин Е.С. К теории внутреннего трения при колебаниях упругих систем. – М.: Гостехиздат, 1960. – 132с.
4. Ден-Гартог Дж.П. Механические колебания. – М.: Физматгиз, 1960. – 580с.
5. Buranov Kh., Kudratov A., Khasanov J. On optimization of parameters of an elastic beam with vibration dampers during transverse vibrations// International Scientific Journal Theoretical & Applied Science. 21.09.2023, DOI: 10.15863/TAS.