# VIBRATSION MEXANIZMLARNING OPTIMAL ISH REJIMLARINI ANIQLASH

**prof. K.A. Karimov, prof. A.X. Axmedov, doktorant Sh.J.Komilov**
**Toshkent davlat texnika universiteti,**

Zamonaviy sanoatda vibratsion mexanizmlar keng qo'llaniladi: tebranuvchi tozalash elaklar, vibratsion transport qurilmalari, ultratovushli ishlov berish moslamalari va seysmik himoya tizimlari shular jumlasidandir. Bu qurilmalarning ish samaradorligi ko'p jihatdan optimal ish rejimining to'g'ri tanlanishiga bog'liq

Vibratsion tizimlarning optimal ish rejimini tanlash masalasi bir necha sabablarga ko'ra murakkab hisoblanadi: birinchidan, tizim parametrlarining nolinearligi; ikkinchidan, ko'p o'lchamli optimallashtirish fazosining mavjudligi; uchinchidan, amaliy sharoitlarda yuzaga keladigan cheklovlar. Shu bilan birga, noto'g'ri tanlab olingan rejim qurilmaning tez eskirishiga, haddan ortiq energiya sarfiga va ishlab chiqarish sifatining pasayishiga olib kelishi mumkin [1].

Mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, vibratsion mexanizmlar uchun optimal rejimlarni aniqlashda asosan ikkita yondashuv qo'llaniladi: analitik usullar (Krylov–Bogolyubov usuli, ko'p masshtabli tahlil) va raqamli optimallashtirish metodlari. Biroq ko'pgina tadqiqotlarda energiya samaradorligi va dinamik yuklamalar o'rtasidagi kompromiss yetarlicha hisobga olinmaydi.

Ushbu ishning maqsadi vibratsion mexanizmning matematik modelini tuzish va ko'p mezonli optimallashtirish asosida optimal ish rejimlarini aniqlash metodologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Vibratsion mexanizmni bir erkinlik darajali nolinear oscillyator sifatida modellashtirish mumkin. Umumiy holda harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega [2,3]:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx + k_3x^3 = F_0\cos(\omega t) + F_s(t) \qquad (1)$$

bu yerda: m - siqiladigan massa (kg); c - sönimlik koeffitsienti (N·s/m); k chiziqli qattiqliq koeffitsienti (N/m); $k_3$ - Duffing turi nolinearlik koeffitsienti (N/m³); $F_0$ - qo'zg'atuvchi kuch amplitudasi (N); ω - qo'zg'atuvchi kuch chastotasi (rad/s); F_s(t) - tashqi ta'sir funksiyasi.

Statsionar jarayonlarni o'rganishda harakat tenglamasini beadad ko'rinishga o'tkazish qulay. $\tau = \omega_0 t$ ($\omega_0 = \sqrt{(k/m)}$) almashtirish orqali:

$$x'' + 2\zeta x' + x + \varepsilon x^3 = f\cdot\cos(\Omega\tau) \qquad (2)$$

bu yerda: $\zeta = c/(2m\omega_0)$ - sönimlik nisbati; $\varepsilon = k_3/(m\omega_0^2)$ - nolinearlik parametri; $f = F_0/(m\omega_0^2)$ - beadad kuch; $\Omega = \omega/\omega_0$ - chastota nisbati.

Optimal ish rejimi quyidagi ko'p mezonli optimallashtirish masalasi sifatida shakllantiriladi:

$$\min J(u) = w_1\cdot J_1(u) + w_2\cdot J_2(u) + w_3\cdot J_3(u) \qquad (3)$$

bu yerda boshqaruv vektori $u = (\Omega, F_0, \zeta)^T$, vaznli mezonlar:

$J_1(u)$ = P_input - sarflanadigan quvvat (energiya samaradorligi mezoni)

$J_2(u)$ = A_max - A - amplituda defitsiti (samaradorlik mezoni)

$J_3(u)$ = σ_max - konstruktsiyaga ta'sir etuvchi maksimal kuchlanish

Cheklovlar tizimi:

$$\Omega_min \le \Omega \le \Omega_max; \quad 0 \le F_0 \le F_max; \quad \zeta_min \le \zeta \le \zeta_max$$
$$A(u) \ge A_min; \quad T(u) \ge T_min; \quad \sigma(u) \le [\sigma] \qquad (4)$$

bu yerda [σ] - ruxsat etilgan kuchlanish qiymati; T - tizimning xizmat qilish resursi.

Kichik nolinearliklarda statsionar tebranishlar amplitudasini aniqlash uchun Krylov–Bogolyubov variatsion usulidan foydalanamiz. Yechimni quyidagi ko'rinishda izlaymiz:

$$x(\tau) = A(\tau)\cdot\cos(\Omega\tau + \varphi(\tau)) \qquad (5)$$

Amplituda–chastota xarakteristikasini (AChX) olish uchun yechimni statsionar holga keltiradi va A' = 0, φ' = 0 shartlarini qo'llaymiz. Natijada AChX tenglamasi:

$$A^2 = f^2 / [(1 - \Omega^2 + (3\varepsilon A^2)/4)^2 + (2\zeta\Omega)^2] \qquad (6)$$

Bu tenglama A amplitudasiga nisbatan algebraik tenglama bo'lib, uchta yechimga ega bo'lishi mumkin — bu holatda tebranish amplitudasining chastotaga nisbatan gisterezis hodisasi kuzatiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, vibratsion mexanizmlarning samarali ishlashi tebranish parametrlarini optimal tanlashga bevosita bog‘liq. Tebranish chastotasining tizim tabiiy chastotasiga yaqinlashishi rezonans hodisasini yuzaga keltiradi va bu holatda energiya samaradorligi ortadi. Biroq rezonans zonasida amplitudaning ortib ketishi mexanizm elementlarining tez eskirishiga ham sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli optimal ish rejimini tanlashda rezonans holatining xavfsiz chegaralarini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi.

## Adabiyotlar

1. Vibratsin V.V, Tebranishlar nazariyasi.Moskva: Mashinasozlik, 2018. 480-b.
2. Karimov R.I, Karimov K.A., Begimov N.N. “Mexanizm va mashinalar nazariyasi”. O‘quv qo‘llanma. T.: “Sano-standart” nashriyoti, 2019 – 248 b.
3. K.A.Karimov, A.N.Shoxiyon, R.E.Shaxabutdinov., .Kh.Akhmedov. Mexanizmlar va Mashinalar nazariysi. Darslik: -T.: “Dimal” nashriyoti, 2025. -348 b.