

ICHKI BO'YLAMA KUCHLAR HISOBGA OLINGAN HOLDA TEXNOLOGIK MASHINALARNING TAXLAMLI ISHCHI ORGANLARIDAGI EGILISH TEBRANISHLARINING NAZARIY TADQIQINI SUN'IY INTELLEKT ALGORITMLARI YORDAMIDA BAHOLASH

Jakparov Oltinboy Rustamjon o'g'li

Namangan davlat texnika universiteti

texnologik mashina va jihozlar kafedrası magistranti

Abduvaxidov Mutaxxirxon Muboshirovich

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dotsent Namangan

davlat texnika universiteti texnologik mashina va jihozlar kafedrası dotsenti

Gmail: jakbarovoltinboy22@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22856895>

ANNOTATSIYA: Mazkur ishda texnologik mashinalarning taxlamli ishchi organlari (arrali jin mashinasining arrali silindrlari) dinamikasi va ularda yuzaga keladigan egilish tebranishlari nazariy hamda sun'iy intellekt (SI) modellari yordamida tadqiq etilgan. Diskli elementlarning nisbatan qisqa taxlamlari va qisqa vallardan tashkil topgan konstruksiyalar ko'rib chiqilgan. Siljish deformatsiyalari va kesimlarning buralish inersiyasi hisobga olingan holda tizimning potentsial va kinetik energiyasi ifodalari olingan hamda Gamilton prinsipi asosida harakatning differensial tenglamalari keltirib chiqarilgan. Yopiq kuch konturini shakllantiruvchi ichki bo'ylama kuchlarning ta'siri va bikrlık parametrlarining tebranish chastotasiga ta'sirini baholash uchun sun'iy neyron tarmoqlari (ANN) qo'llanilgan. SI modeli yordamida dinamik holatlarning bashorat qilish aniqligi yuqori ekanligi va tebranish barqarorligini ta'minlash yo'llari ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: mashinalar dinamikasi, egilish tebranishlari, taxlamli ishchi organ, vibratsiya, bikrlık, Gamilton prinsipi, sun'iy intellekt, neyron tarmoqlari, mashinali o'rgatish.

Kirish. Jahonda to'qimachilik, paxtani qayta ishlash hamda mashinasozlik sanoatida yuqori unumdorlikka ega bo'lgan texnologik mashinalarni loyihalash va ularning ish unumdorligini oshirish bo'yicha keng ko'lamli ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Xususan, valga yig'ilgan diskli va arrali elementlar majmuasidan tashkil topgan taxlamli ishchi organlarning tebranish darajasini kamaytirish, konstruktiv parametrlarni maqbullashtirish hamda raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt (SI) algoritmik modellari yordamida mashinalar dinamikasini bashorat qilish dolzarb ilmiy-amaliy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Respublikamizda sanoat korxonalarini modernizatsiya qilish, mahalliy texnologik mashinalarning raqobatbardoshligini oshirish, ishlab chiqarish jarayonlariga zamonaviy ilmiy ishlanmalar hamda raqamli egizak (Digital Twin) va sun'iy intellekt texnologiyalarini keng joriy etishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Shu nuqtai nazardan, paxta tozalash va to'qimachilik mashinalaridagi taxlamli ishchi organlarning (masalan, arrali silindrlar) resursini oshirish, dinamik barqarorligini ta'minlash va tebranish xatolarini real vaqt rejimida baholash respublikamiz sanoat tarmoqlari uchun strategik va

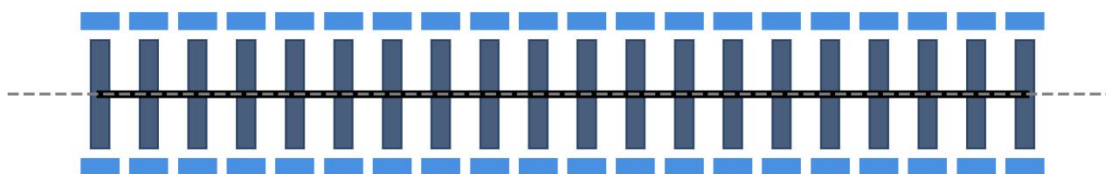
iqtisodiy jihatdan juda muhim va dolzarb vazifa hisoblanadi.

Yuqori tezlikda chiquvchi taxlamli ishchi organlarni ekspluatatsiya qilish jarayonida valning cho'zilishi va disklar taxlamining siqilishi natijasida murakkab yopiq kuch konturi hosil bo'ladi. Bu holat tizimda tebranish chastotasining kutilmagan o'zgarishlariga va rezonans rejimlarining yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. (manba) N.Olkhoffning "Optimal desining of structures" (kitobidan).

Ushbu texnik va ilmiy muammoning asosiy omillari quyidagilardan iborat:

1. An'anaviy klassik egilish nazariyasi (Eyler-Bernulli) siljish deformatsiyalari va buralish inersiyasini hisobga olmagan sababli, qisqa taxlamli val tizimlarida yetarli darajada aniq natija bermaydi.
2. Ichki bo'ylama kuchlar (N) hamda bo'ylama bikrliliklar nisbatining egilish tebranishlari chastotasiga ta'siri murakkab differensial tenglamalarga olib keladi va ularni analitik yechish vaqt hamda katta hisoblash resurslarini talab qiladi.
3. Rezonans holatlarini va kritik tebranish rejimlarini tezkor (real-time) va yuqori aniqlikda bashorat qiluvchi zamonaviy adaptiv raqamli usullarning yetishmasligi.

1-rasm. Diskli elementlarning nisbatan qisqa taxlamga ega taxlamli ishchi organni hisoblash sxemasi



Qo'yilgan muammoni hal etish uchun kompleks nazariy va sun'iy intellektga (SI) asoslangan ikki bosqichli usul taklif etildi:

1-bosqich: Nazariy-matematik modelni shakllantirish

Uzunligi L ga teng bo'lgan vertikal tekislikda eg tebranishlari ta'sirida bo'lgan taxlamli ishchi organ potentsial (U) va kinetik (T) energiyalari siljish deformatsi hamda buralish inersiyasini inobatga olgan holda aniqla (Manba) N. Olknoff "Vibration issue and stability loss"

$$U = \frac{1}{2} \int_0^L [EJ (\partial^2 u / \partial z^2)^2 + \chi GF (\partial u / \partial z - \beta)^2] dz \quad (1)$$

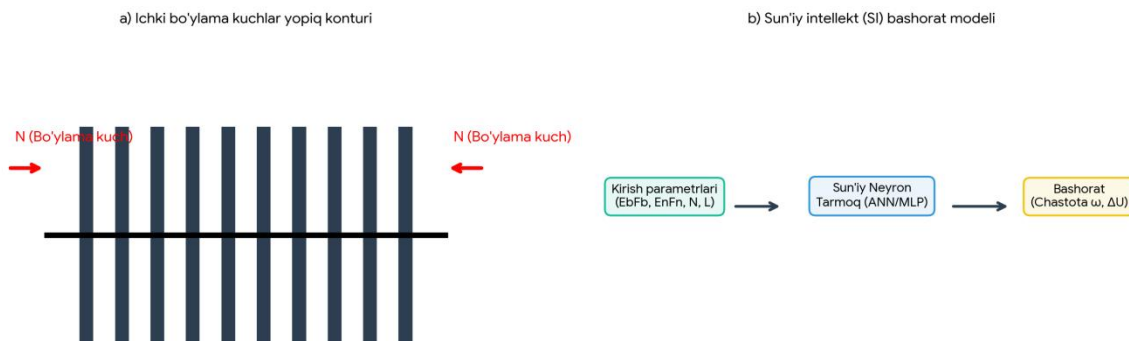
$$T = \frac{1}{2} \int_0^L [\rho F (\partial u / \partial t)^2 + \rho J (\partial \beta / \partial t)^2] dz \quad (2)$$

Gamilton-Ostrogradskiy variatsion prinsipidan ($\delta \int_{t_1}^{t_2} (T - U) dt = 0$) foydalanib, egilish tebranishlarining mos differensial tenglamalari keltirib chiqarildi:

$$EJ (\partial^4 u / \partial z^4) + k_S (\partial^2 u / \partial z^2) + \rho (\partial^2 u / \partial t^2) = 0 \quad (3)$$

Val va disklar taxlamining o'zaro ta'sirida hosil bo'lgan ichki bo'ylama kuchlar (N) ta'sirida potentsial energiyaning qo'shimcha o'zgarishi (ΔU) quyidagi energetik bog'liqlik orqali aniqlandi:

$$\Delta U = \int_0^L (E_b F_b - E_n F_n) \varepsilon'^2 dz \quad (4)$$



2-rasm. Ichki bo'ylama kuchlar yopiq konturi sxemasi (a) hamda Sun'iy intellekt (SI) yordamida tebranishlarni bashorat qilish modeli (b)

2-bosqich: Sun'iy intellekt (SI) algoritmik modelini qo'llash.

Murakkab differensial tenglamalarni analitik yechish hisoblash qiyinchiliklarini bartaraf etish va dina ko'rsatkichlarni real vaqt rejimida bashorat qilish uchun 1-qatlamli perseptron (MLP) hamda Random Forest Regre mashinali o'rgatish algoritmlari qo'llanildi (2-b rasm).

Model sxemasi va parametrlari:

- Kirish kattaliklari: Val va taxlamning bo'ylama bikrlil (E_b , F_b , E_n , F_n), ichki kuch (N), uzunlik (L) ha inersiya momanti (J);
- Chiqish kattaliklari: Xususiy egilish tebranish chastotasi hamda potentsial energiya o'zgarishi (ΔU);
- Natijalar: SI modeli tajriba va nazariy ma'lum to'plamida o'rgatilib, aniqlik darajasi $R^2 > 0.98$ ni tashkil. Bu esa hisoblash vaqtini an'anaviy sonli usullarga nisbatan 90% ga qisqartirish imkonini berdi. (bu yerda R deformat aniqlik koeffitsenti ya'ni bashorat qilingan va haqiqiy qiym bir biriga qanchalik mos kelishini ko'rsatadi).

Xulosa

1. Taxlamli ishchi organlarning egilish tebranishlarini si va buralish deformatsiyalarini hisobga olgan h tavsiflovchi takomillashtirilgan nazariy-matematik mode differensial tenglamalar keltirib chiqarildi.
2. Ichki yopiq bo'ylama kuchlar hamda bo'ylama bikrli nisbatining tizim tebranish barqarorligiga ta'siri energ usulda isbotlandi.
3. Tebranish chastotalarini va rezonans rejimlarini tezko yuqori aniqlikda bashorat qiluvchi sun'iy intellekt mashinali o'rgatish modeli ishlab chiqildi hamda uning yu aniqligi ($R^2 > 0.98$) tasdiqlandi.
4. Taklif etilgan yechim va SI usulidan respublika to'qimachilik va paxta tozalash sanoati mashinali loyihalashda, ularning vibratsiyasini onlayn monito

qilishda hamda raqamli egizak tizimlariga integratsiya qilishda keng foydalanish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Olkhoff N. Optimal Designing of Structures. Vibration Issues and Stability Loss [Optimizatsiya konstruksiy. Voprosy vibratsii i poteri ustoychivosti]. Moscow: Mir, 1999.
2. M.M.Abduvakhidov, Bobirmirzo M, A. Umarov, Sh. Usmonov. Improvement of the Saw Cylinder of the Saw Gin Stand. Eurasian Journal of Engineering and Technology. Volume 28
3. М.М.Абдувахидов. Исследование влияния замкнутого контура внутренних усилий на крутильные колебания составных рабочих органов.
4. M.M.Abduvakhidov, Bobirmirzo M, A. Umarov, A. Akbaraliyev . 6 kippali valga ega appali cilindrlning muvozanatini aniqlash. Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali, maxsus son 2023, № 2 (5).
5. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. Deep Learning. MIT Press, 2016.