

TEBRANISHLAR DIFFERENSIAL TENGLAMALARINI YECHISH USLUBI

M.Abduvoxidov, D.Norboeva.

In this article opens the methods of decision of differential equalization dynamics of machines. (Namangan muxandislik –texnologiya instituti)

To`qimachilik va yengil sanoat mashinalarda yassi doira shaklidagi ishchi organlari va ular orasidagi qistirmalardan siquvchi bo`ylama kuch yordamida xosil qilingan paketli rotorlar keng qo`llaniladi. Texnologik jarayonlarga ko`rsatadigan salbiy ta`siri va ishlovchi shaxslar salomatligiga keltiradigan zarari tufayli bunday ishchi organlarning egilishi va buralish tebranishlari xaqidagi masala nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Paketli rotorlarning egilishi va buralish tebranishlarni tadqiq natijasida masalaning yechimlari to`rtinchi tartibli hususiy xosilali chiziqli differensial tenglama ko`rinishida olingan:

$$\begin{aligned}
 E_b J_b \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} + \left(\frac{(I_p + I_n) E_p F_p E_n F_n}{I_p E_n F_n + J_n E_p F_p} (1 - e^{2AuN/N}) \right) \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} - P_b J_b \frac{\partial^4 u}{\partial z^2 \partial t^2} - \left(\frac{I_p P_p J_p}{I_p + I_n} + \frac{I_n P_n J_n}{I_p + J_n} \right) \frac{\partial^4 u}{\partial z^2 \partial t^2} \\
 - P_b J_b \frac{E_b}{H_b G_b} * \left(\frac{I_p P_p J_p}{I_p + I_n} + \frac{I_p P_p J_p}{I_p + I_n} \right) \left(\frac{E_p E_n (I_p H_n G_n + I_n H_p G_p)}{(I_p E_n + I_n E_p) H_p G_p H_n G_n} \right) * \frac{\partial^4 u}{\partial z^2 \partial t^2} + P_b F_b \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \\
 \left(\frac{I_p P_p J_p}{I_p + I_n} + \frac{I_n P_n J_n}{I_p + I_n} \right) \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{P_b J_b}{H_b G_b} * \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} * \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} * \frac{(I_p P_p^2 J_p + I_n P_n^2 J_n) (I_n H_p G_p)}{H_n G_n} + \\
 \left(\frac{E_b F_b}{4} - \frac{(I_p + I_n) E_p J_p E_n J_n}{4(I_p E_n J_n + I_n E_p F_p)} (1 - e^{2An/Ne}) \right) * \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} = 0
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left(E_b J_{\phi b} \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right) + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left(\frac{(I_p + I_n) E_p J_{\phi p} E_n J_{\phi n}}{I_v E_n J_{vm} + I_n E_v J_{vv}} * \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(G_b J_{\phi b} \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} * \\
 \left(\frac{(I_p + I_n) G_p J_{kp} G_n J_{kn}}{I_p G_n J_{kn} + I_n E_p J_{kp}} (1 - e^{2AuN/N0}) \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) \frac{\partial^2}{\partial z \partial t} \left(P_b J_{\phi b} \frac{\partial^2 \theta}{\partial z \partial t} \right) - \left(\left(\frac{I_p P_n J_{\phi p}}{I_p + I_n} + \frac{I_n P_n J_{\phi n}}{I_p + I_n} \right) \frac{\partial^2 \theta}{\partial z \partial t} \right) - \\
 P_b J_{pb} \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} + \left(\frac{I_v P_v J_{vv}}{I_v + I_n} + \frac{I_n P_n J_{vn}}{I_v + I_n} \right) \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} + \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left[\frac{R^4 E_b F_b}{4L^4} - \frac{R^4 (I_p + I_n) E_v F_v E_n F_n}{4L^4 (I_v E_n F_n + I_n E_v F_v)} \right] \left(1 - e^{\frac{2AnN}{N0}} \right) = 0
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

bu yerda : **E_b, E_p, E_n, G_b, G_p, G_n** – val ishchi va qistirma disklar materiallari cho`zilish va siljish qayishqoqligi modullari : **J<sub>b</sub>, J<sub>p</sub>, J<sub>n</sub>, J<sub>pb</sub>, J<sub>pp</sub>, J<sub>pn</sub>** - val, ishchi va qistirma disklar ko`ndalang kesimlari uqiy va qutbiy inersiya momentlari:

I_p, I_n – ishchi va qistirma disklar qalinliklari , **J_{γb}, J_{γp}, J_{γn}** – val, ishchi va qistirma disklar ko`ndalang kesimlari deplanatsiya inersiya momentlari : **H<sub>b</sub>, H<sub>p</sub>, H<sub>n</sub>**- val, ishchi va qistirma disklar ko`ndalang kesimlarida siljish deformatsiyalari taqsimlanishi notekisligini hisobga oluvchi koeffitsientlar: **J_{kb}, J_{kp}, J_{kn}** – val, ishchi va qistirma disklarining buralishdagi inersiya momentlari: **P_b, P_p, P_n** – val, ishchi va qistirma disklar materiallari zichliklari: **F_b, F_p, F_n**, - val, ishchi va qistirma disklar ko`ndalang kesim yuzlari: R-ko`ndalang kesim radiusi, L-paketli rotor uzunligi: **A_n, A_k, A_k**- bo`ylama, egilish

va burulish birliklarni funksiyalarni tuzatish koeffisientlari: **N, No** – paketli siquvchi kuchning joriy va maksimal qiymatlari.

Bu tenglamalar umumiy xolda analitik yechimga ega emas va turli sonli usullardan yechiladi. Analitik yechimning yo'qligi natijalarning tahlilini ko'rgazmali o'tkazishni qiyinlashtiradiki, bu daro berish davomida qo'shimcha qiyinchiliklar tug'diradi.

Ko'rsatilgan tenglamalarni tadqiq qilish asosida ularni yechishning maxsus uslubi ishlab chiqilgan bo'lib, uning asosiy qoidalari quyidagilardan iborat:

- tenglamalar hadlari hosilalarning differensiallash tartibi va parametri bo'yicha guruhlariga ajratiladi.
- hamma hosilalarni ko'paytuvchilari differensiallash parametrlariga bog'liq emas deb qabul qilinadi, natijada ular differensiallash belgisidan tashqari chiqariladilar.
- Bu ko'paytuvchilar ularning fizik ma'nosidan qattiq nazar umumlashgan parametrlar funksiyalari sifatida qo'shib yig'indi holatida olinadi.

Bu qoidalar va farazlar ko'rsatilgan differensial tenglamalar asosida egilish va buralish tebranishlarning umumlashgan differensial tenglamalarni olishimiz mumkin:

$$\sum a_m \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} + \sum \beta_m \frac{\partial^4 u}{\partial z^2 \partial t^2} + \sum \gamma_n \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \sum \delta_m \frac{\partial^4 u}{\partial t^4} + \sum E_m u = 0 \quad (3)$$

$$\sum a_n \frac{\partial^4 0}{\partial z^4} + \sum \beta_n \frac{\partial^2 0}{\partial z^2} + \sum \gamma_n \frac{\partial^4 0}{\partial z^2 \partial t^2} + \sum \delta_n \frac{\partial^2 0}{\partial t^2} + \sum E_n 0 = 0 \quad (4)$$

Bu yerda : $a_m, \beta_m, \gamma_m, \delta_m, E_m$ va $a_n, \beta_n, \gamma_n, \delta_n, E_n$ lar mos ravishda egilish va buralish tebranishlari umumlashgan differensial tenglamalaridagi hosilalar oldidagi ko'paytuvchi yig'indilari hadlaridir. Olingan tenglamalar tebranishlar nazariyasida qo'llaniladigan usullar bilan tadqiq etilishi va yechilishi mumkin.

O'tkazilgan tadqiqot natijasida paketli roterlarning egilishi va buralish tebranishlari tenglamalarining yechimlari **t=0** bo'lganda egilish tebranishlarida $\theta=0$ hamda amaliyotda eng ahamiyatli 6 ta chegaraviy shartlar uchun olindi.

Toqimachilik va yengil sanoat mashinalari uchun eng xarakterli bo'lgan paketli rotor bo'lganjin arrali silindri chegaraviy shartlari (dumalash podshibniklari) uchun va takomillashgan tashqi yuklama bo'lmagan ya'ni $\sum E_m = 0, \sum E_n = 0$ bo'lganda hol uchun egilish va buralish tebranishlari tenglamalari xisob formulalari olinishga qadar yechiladi:

$$W_{ui} = \frac{at^2 \Pi^2}{L^2} \left\{ 1 - \frac{t^2 \Pi^2}{2L} \left[b^2 + \frac{\sum \beta_m}{L^2} - \frac{a^2 t^2 \Pi^2 \sum \delta_b}{L^2} \right] \right\} \quad (5)$$

$$W_{ki} = \frac{q\sqrt{2}}{L} i\Pi \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left[\frac{f^2 t^2 \Pi^4}{L^4} + \frac{2h^2 t^2 \Pi^2}{L^2} - d^2 \right] \right\} \quad (6)$$

Bu yerda: W_{ui}, W_{ki} - xususiy egilish va tebranish chastotalari

i- kritik chastota tartib nomeri
L- paetli rotor uzunligi

Olingan formulalardagi doimiylar quydagicha aniqlanadi:

$$\begin{aligned}a^2 &= \frac{\sum a_m}{\sum \gamma_m} & f^2 &= \frac{\sum \alpha_n}{\sum \delta_n} \\ b^2 &= \frac{\sum \beta_m}{\sum \gamma_m} & q^2 &= \frac{\sum \beta_n}{\sum \delta_n} \\ c^2 &= \frac{\sum \delta_m}{\sum \gamma_m} & h^2 &= \frac{\sum \gamma_n}{\sum \delta_n}\end{aligned}$$

Ishlab chiqilgan metodika paketli rotor tipidagi eng xarakterli ishchi organlaridan biri – arrali jinning arra silindri misolida sinab ko`rildi. Arra tsilindrining erkin egilish va buralish tebranishlari uchun EXM da Runge –Kutt usulida sonli integrallash yo`li bilan olingan hamda (5) va (6) formulalardan kalkulyatorda hisoblab topilgan kattaliklar solishtirib ko`rilganda mos natijalardagi farq egilish tebranishlardagi 2....4% dan va buralish tebranishlarda 5....7% dan oshmasligi ma`lum bo`ldi. Bu esa mazkur uslub ishlab chiqilayotganda asos qilib olingan faraz va qoidalarning asosli ekanligidan darak beradi. Bundan tashqari olingan formulalar tahlili, ayniqsa, faqat texnika oliy o`quv yurti darajasidagina maxsus matematik tayyorgarlikka ega bo`lgan mutaxassislar uchun ancha qulay. Bu esa loyihalashning dastlabki davridayoq konstruksiyalar bo`yicha qarorlar qabul qilish va ularga o`zgartirishlar kiritishni osonlashtiradi.

Yuqorida keltirilganlar paketli rotorlar dinamikasining to`rtinchi tartibli xususiy differensial tenglamalarini yechishning ishlab chiqilgan uslubini **M5A320310** «To`qimachilik va yengil sanoat mashina va apparatlari» mutaxassisligi bo`yicha magistirlar tayyorlash bo`yicha o`quv jarayonida hamda to`qimachilik mashinasozligi konstruktorlik va loyihalash muassasalarida hisob – loyiha ishlarida ishlatishni tavsiya qilish imkonini beradi.

ADABIYOTLAR

1. Абдувохидов М. Исследование изгибных и крутильных колебаний пакетных роторов // Проблемы машиностроения и надежности машин, 1994г ,№5 о.141....146.
2. Абдувохидов М. Исследование механики составных роторов. Труды второй международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы фундаментальных наук». Том 2, книга 2, М.МГТУ им. Э. Баумана. 1995. ст. В22...В25.