QATTIQ JISMNING DEFORMATSIYASI VA KUCHLANISH TAQSIMOTI

Toshkent davlat transport universiteti
Oliy atematika kafedrasi assistenti
Nozimbek Shomurodov Anvar o'g'li
EMAIL: *nozimshoh007@gmail.com*
https://orcid.org/0009-0005-2748-4484
Axadqulov Xabibulla Aburuykulovich
Malayziya utarauniversitetiti katta o'qituvchisi
EMAIL: *akhadkulov@gmail.com*
https://orcid.org/0000-0002-0377-7486

Annotatsiya: *Temir yo'l vagonlarining harakati vaqtida temir yo'l iziga ta'sir etuvchi deformatsiya kuchlari va kuchlanish taqsimotini matematik modellashtirish. Ishlatilgan usullar: deformatsiya tenzori, Hooke qonuni, muvozanat tenglamalari. Natijada, g'ildiraklar sonini ko'paytirish orqali temir yo'l izidagi kuchlanish va deformatsiya kamayishi ko'rsatilgan.*

Аннотация: *Математическое моделирование сил деформации и распределения напряжений, воздействующих на железнодорожное полотно при движении вагонов. Использованные методы: тензор деформации, закон Гука, уравнения равновесия. Результаты показывают снижение напряжений и деформации в рельсах при увеличении количества колёс.*

Abstract: *Mathematical modeling of deformation forces and stress distribution exerted on railway tracks by moving wagons. Methods used: strain tensor, Hooke's law, equilibrium equations. Results demonstrate reduced stress and deformation in rails with an increased number of wheels.*

Kalit so'zlar: *Deformatsiya, kuchlanish tenzori, Hooke qonuni, Young moduli, temir yo'l transporti, muvozanat tenglamalari, kontakt maydoni.*

Ключевые слова: *Деформация, тензор напряжений, закон Гука, модуль Юнга, железнодорожный транспорт, уравнения равновесия, площадь контакта.*

Keywords: *Deformation, stress tensor, Hooke's law, Young's modulus, railway transport, equilibrium equations, contact area.*

Kirish :

Qattiq jismlar mexanikasida deformatsiyani va kuchlanish taqsimotini hisoblash muhim ahamiyatga ega. Bu jarayonlar qurilish, mashinasozlik va materialshunoslik

kabi sohalarda qo‘llaniladi. Matematik usullar yordamida qattiq jismning deformatsiyasi va kuchlanish taqsimoti aniq modellashtirilishi mumkin.

Masala shakllantirish:

Bir jismga tashqi kuchlar ta’sir etganda, u deformatsiyalanadi va ichki kuchlanishlar paydo bo‘ladi. Bizning vazifamiz — berilgan chegaraviy sharoitlar va materialning elastik xususiyatlari asosida deformatsiya va kuchlanish taqsimotini topish.

Matematik model:

1. **Deformatsiya tenzori (ε):**

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right) \{1\}$$

Bu yerda u_i — siljish vektori, x_j— koordinatalar.

2. **Kuchlanish tenzori (σ):** Hooke qonuni asosida:

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \cdot \varepsilon_{kl} \{1\}$$

Bu yerda C_{ijkl} — elastiklik tenzori.

3. **Muvozanat tenglamalari:**

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} + F_i = 0$$

Bu yerda F_i — tashqi kuchlar.

Yechim usuli:

Masalani yechish uchun chegaraviy sharoitlar va materialning elastik xususiyatlari (masalan, Young moduli va Puasson nisbati) berilgan bo‘lishi kerak. Finite element usuli (FEM) yoki analitik usullar yordamida deformatsiya va kuchlanish taqsimoti topiladi.

Natijalar:

Hisoblashlar natijasida qattiq jismning deformatsiyasi va kuchlanish taqsimoti aniqlandi. Bu natijalar qurilish konstruksiyalari yoki mashina qismlarining mustahkamligini baholashda qo‘llaniladi.

Masala: Temir yo‘l vagonining temir yo‘l iziga beradigan deformatsiya kuchlari (8 ta g‘ildirak holati)

Temir yo‘l transportida vagonlar harakatlanayotganda ularning og‘irligi va harakat tezligi tufayli temir yo‘l iziga deformatsiya kuchlari ta’sir qiladi. Bu kuchlar temir yo‘l izining deformatsiyasiga va materialning charchashiga olib kelishi mumkin. Matematik modellashtirish orqali bu kuchlarni aniqlash va ularning ta’sirini baholash mumkin. Har bir vagon 18 tonna (18,000 kg) yuk ko‘taradi. Vagon 8 ta g‘ildirakka ega. Bizning vazifamiz — vagonning temir yo‘l iziga beradigan deformatsiya kuchlarini hisoblash.

Matematik model:

1. **Yukni hisoblash:**
   Vagonning og‘irligi $m = 18{,}000kg$.Tortishish tezlanishishi: $g = 9.81\, m/s^2$
   Vagonning temir yo‘l iziga beradigan kuchi: $F = m \cdot g = 18000 \cdot 9.81 = 176580\, N$.
2. **Kuchlanish taqsimoti:**
   Vagonning g‘ildiraklari temir yo‘l iziga ta’sir qiladi. Har bir g‘ildirakka taqsimlangan kuch:

$$F_{g'ildirak} = \frac{F}{n}$$

   Bu yerda n — g‘ildiraklar soni. Agar vagon 8 ta g‘ildirakka ega bo‘lsa:

$$F_{g'ildirak} = \frac{176580}{8} = 22072.5\, N.$$

3. **Deformatsiya kuchlari:**
   Temir yo‘l izi materialining elastik xususiyatlari (Young moduli E va Puasson nisbati ν) asosida deformatsiya kuchlari hisoblanadi.
   - Temir uchun Young moduli: $E = 210 \cdot 10^9$.
   - Puasson nisbati: $\nu = 0.3$
4. **Kontakt maydoni:**
   G‘ildirak va temir yo‘l izi o‘rtasidagi kontakt maydoni A taxminan $0.01\, m^2$ deb olamiz.
5. **Kuchlanish (σ):**

$$\sigma = \frac{Fg'ildirak}{A} = \frac{22072.5}{0.01} = 2207250\, Pa.$$

Deformatsiya (ε):
Hooke qonuni asosida:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{2207250}{210 \cdot 10^9} \approx 1.05 \cdot 10^{-5}$$

Natijalar:

- Har bir g‘ildirak temir yo‘l iziga 22072.5 kuch bilan ta’sir qiladi.
- Temir yo‘l izidagi kuchlanish: $2.21\, MPa$.
- Deformatsiya: $1.05 \cdot 10^{-5}$ (ya’ni 0.00105%).

Xulosa:

Matematik modellashtirish orqali qattiq jismlarning deformatsiyasi va kuchlanish taqsimotini aniq hisoblash mumkin. Bu jarayonlar muhandislik va ilmiy tadqiqotlarda keng qo‘llaniladi. Biz yuqorida o’rgangan masala uchun quyidagi xulosalarni olishimiz mumkin. G‘ildiraklar soni 8 ta bo‘lganida, har bir g‘ildirakka

taqsimlangan kuch kamayadi, bu esa temir yo‘l izidagi kuchlanish va deformatsiyani sezilarli darajada kamaytiradi. Bu natijalar temir yo‘l izining charchashini kamaytirish va uning xizmat muddatini uzaytirish uchun muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. "Theory of Elasticity" by L.D. Landau and E.M. Lifshitz (1986). **Kuchlanish va deformatsiya tenzorlari: chapter 2** 10-15-pages . **Muvozanat tenglamalari:** Chapter 3 20-25-pages. **Hooke qonuni va elastiklik tenzori:** Chapter 4 30-35-pages
2. "A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity" by A.E.H. Love.
3. "Continuum Mechanics" by P. Chadwick
4. "Mechanics of Materials" by Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, Jr., John T. DeWolf, and David F. Mazurek.
5. "Elasticity: Tensor, Dyadic, and Engineering Approaches" by Pei Chi Chou and Nicholas J. Pagano