

**ELASTIKLIK NAZARIYASI ASOSIDA HARORATNI HISOBGA  
OLIB, YUKLANISHLAR OSTIDAGI BALKANING EGILISHINI  
CHEKLI ELEMENTLAR USULIDA ALGORITM ISHLAB CHIQUISH**

*Sh.M.Ismoilov, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, NamMQI  
axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasida dotsenti.*

*B.B.Orifjonov NamMQI axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasida  
magistranti*

*Annotatsiya: Mazkur maqolada elastiklik nazariyasi asosida haroratni hisobga olgan holda yuklanishlar ostidagi ikki tomoni mahkamlangan balkani egilish va deformatsiya jarayonlarini o'rganish uchun chekli elementlar usulida algoritm ishlab chiqilgan. Matematik model sifatida balkani egilishining differensial tenglamasi qabul qilinib, harorat va tashqi yuklanishlar ta'sirini hisoblash mexanizmi ko'rib chiqilgan. Ushbu algoritmda qat'iylik matritsalarining yig'indisi va termal yuklanish hisoblari amalga oshirilgan. Natijada balkaning har bir tugunidagi siljishlar (egilish) va buralish burchaklari aniqlanib, grafik tasvirlar shaklida taqdim etilgan. Dasturiy ta'minot Python dasturlash tilida ishlab chiqilgan bo'lib, matematik model va hisoblash algoritmini verifikatsiya qilish uchun foydalanilgan. Olingan natijalar yuklanish va harorat o'zgarishi balkaning deformatsiyasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatadi. Ushbu yondashuv muhandislik inshootlarini loyihalashda aniq hisob-kitoblarni amalga oshirish uchun samarali vosita sifatida taklif etiladi.*

*Kalit so'zlar: elastiklik nazariyasi, harorat ta'siri, chekli elementlar usuli, balkani egilishi, deformatsiya, matematik model, qat'iylik matritsasi.*

**Kirish.** Balkalar muhandislikda asosiy strukturalardan biri bo'lib, ko'plab inshootlar va mashina detallari uchun yuklarni qabul qilish va taqsimlashda ishlatiladi. Bunda balkaning egilish nazariyasi yuklanishlar va harorat o'zgarishlari ta'sirida strukturaviy deformatsiyalarni aniqlash uchun muhim o'rin tutadi.

Harorat ta'siri natijasida yuzaga keladigan termal deformatsiya balkaning kuchlanish va deformatsiya taqsimotiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shunday qilib, balkalarni tahlil qilishda haroratni hisobga olish talab qilinadi. Ushbu maqolada, elastiklik nazariyasi asosida, yuklanish va harorat ta'sirida balkaning egilish jarayonlarini model qilish uchun **chekli elementlar usulida** algoritm ishlab chiqiladi.

### **Masalani Qo'yilishi**

Balkaning yuklanish va harorat ta'sirida egilish masalasini quyidagicha qo'yish mumkin:

#### **1. Geometrik xususiyatlar:**

Balkani uzunligi (L) va kesma geometriyasi (kesma maydoni A, kesma momenti I)

#### **Material xususiyatlari:**

Elastiklik moduli (E) va termal kengayish koeffitsienti ( $\alpha$ ).

#### **Yuklanish shartlari:**

Teng taqsimlangan yuk (q) yoki punkt yuklar.

**Harorat shartlari:** Harorat o'zgarishi ( $\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{initial}}$ ).

#### **Masala maqsadi:**

Yuklanishlar va harorat ta'siri ostida balkaning deformatsiyasi (siljish va burilishlar) va kuchlanishlarini aniqlash.

### **Matematik Model**

Balkaning egilish masalasini elastiklik nazariyasiga asoslangan differensial tenglama orqali ifodalash mumkin:

#### **Egilish tenglamasi:**

$$\frac{d^2}{dx^2} \left( EI \frac{d^2 w(x)}{dx^2} \right) = q(x) + F_T(x),$$

bu yerda:  $w(x)$  — balkaning egilish funktsiyasi;  $q(x)$  — tashqi yuklanishlar;  $F_T(x)$  — harorat ta'sirida yuzaga keladigan termal kuchlar.

#### **Termal kuchlanishlar:**

Termal kengayish natijasida hosil bo'ladigan kuchlar:  $F_T(x) = \alpha EA \Delta T$

**Chegaraviy shartlar:**

1. Balkani ikkala uchi mahkamlangan bo‘lsa:  $\omega(0) = 0, \omega(L) = 0$ .
2. Boshqa chegaraviy shartlar: moment va kesish kuchlari nol bo‘lishi mumkin.

**Chekli elementlar usuli orqali:**

Balkani uzunligi bo‘yicha kichik **elementlarga bo‘lib**, har bir element uchun qat‘iylik matritsasi tuziladi. **Elementning qat‘iylik matritsasi:**

$$K_e = \frac{EI}{L_e^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L_e & -12 & 6L_e \\ 6L_e & 4L_e^2 & -6L_e & 2L_e^2 \\ -12 & -6L_e & 12 & -6L_e \\ 6L_e & 2L_e^2 & -6L_e & 4L_e^2 \end{bmatrix},$$

bu yerda  $L_e$  — element uzunligi.

**Global tenglama:** Global qat‘iylik matritsasi:

$$KU=F$$

bu yerda: K — global qat‘iylik matritsasi, U — tugunlardagi siljishlar va burilishlar, F — yuklanishlar va termal kuchlar.

**Algoritm**

1. **Boshlang‘ich ma'lumotlarni kiritish:**

Balkani geometrik xususiyatlari (L, A, I),

Materialning elastiklik moduli (E) va termal kengayish koeffitsienti ( $\alpha$ ),

Harorat shartlari ( $T_{initial}, T_{final}$ ) va yuklanishlar (q).

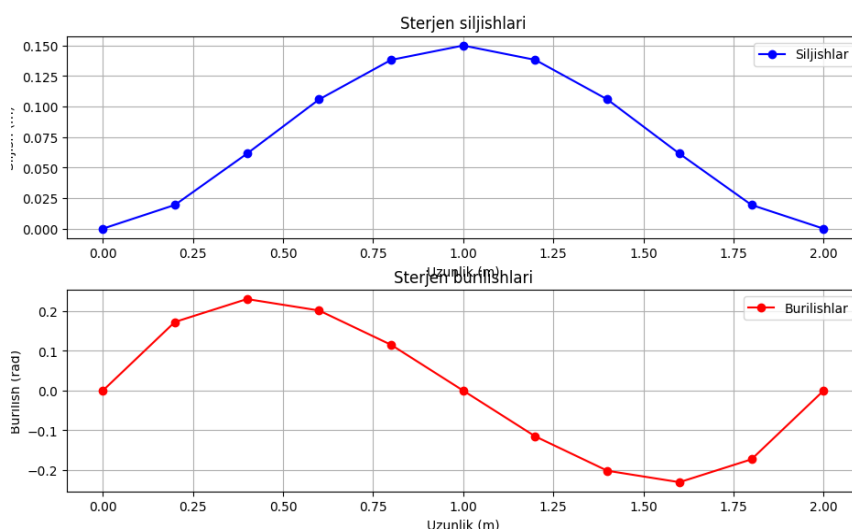
2. Balkani n ta elementga bo‘lib, har bir element uchun lokal qat‘iylik matritsasini hisoblash.

3. Global qat‘iylik matritsasini tuzish

4. yuklanishlar va termal kuchlarni hisoblash.

5. Chegaraviy shartlarni qo‘llash

6. Tenglamalarni yechish  $U=K^{-1}F$  orqali siljishlarni aniqlash



**Xulosa**

Ushbu maqolada, yuklanish va harorat ta'siri ostida balkaning deformatsiyalarini elastiklik nazariyasi asosida model qilish uchun chekli elementlar usuli qo'llanildi. Algoritm balkaning elastik xususiyatlari va termal ta'sirlarni hisobga oladi va tahliliy natijalar grafik ko'rinishda taqdim etildi. Bu usul muhandislik hisoblashlarida strukturalarning termal va yuklanish ta'sirida qanday o'zgarishini tahlil qilish uchun qulay va samarali vositadir.

Kelgusida, murakkab yuklanish shartlari va har xil kesma shakllariga ega bo'lgan balkalar uchun algoritmnini kengaytirish imkoniyati mavjud.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. (2005). *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals* (6th Edition). Elsevier.

Timoshenko, S. P., & Gere, J. M. (1961). *Theory of Elastic Stability*. McGraw-Hill.

Cook, R. D., Malkus, D. S., Plesha, M. E., & Witt, R. J. (2001). *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*. John Wiley & Sons.

Reddy, J. N. (2006). *An Introduction to the Finite Element Method* (3rd Edition). McGraw-Hill.

Logan, D. L. (2011). *A First Course in the Finite Element Method*. Cengage Learning.

Sadovskaya, I. A., & Chernykh, V. V. (2009). *Thermal Stress Analysis of Structures*. Springer.

Smith, I. M., & Griffiths, D. V. (2004). *Programming the Finite Element Method*. Wiley.