TASHQI KUCH TA'SIRIDAGI KONSTRUKSIYALARNING USTIVORLIGINI ANIQLASH

Abdullayev Olimjon Baxrillo o'g'li
ISFT Institut Samarqand filiali
"Iqtisodiyot va xalqaro moliya boshqaruv" kafedrasi o'qituvchisi
O'zbekiston Respublikasi, Samarqand
E-pochta: abdullayevolimjon1606@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada tashqi kuchlar ta'sirida deformatsiyalanadigan konstruksiyalarning ustivorlik holatini aniqlashning nazariy va matematik asoslari o'rganiladi. Konstruksiyalarning ustivorligi mexanik tizimning tashqi yuklanish sharoitida muvozanat holatini saqlash qobiliyatini ifodalaydi. Tadqiqotda elastik sterjenlarning bo'ylama siqilishdagi ustivorligi, Eylerning kritik kuch formulasi, konstruksiya elementlarining tayanch shartlari hamda kritik yuklanishni aniqlashning xos qiymatlar usuli tahlil qilinadi. Shuningdek, geometrik nuqsonlar va tashqi yukning qo'yilish xususiyatlari konstruksiyaning ustivorlik chegarasiga qanday ta'sir ko'rsatishi yoritiladi. Nazariy qoidalar amaliy hisoblash misoli yordamida izohlanadi. Olingan natijalar konstruksiyalarni loyihalashda kritik yuklanishni oldindan baholash, xavfli deformatsiyalanish holatlarini aniqlash va mexanik mustahkamlik bilan ustivorlik mezonlarini farqlash uchun muhimdir.

Kalit so'zlar: konstruksiya, ustivorlik, tashqi kuch, kritik kuch, elastik sterjen, Eyler formulasi, deformatsiya, muvozanat, xos qiymat, ustivorlikni yo'qotish.

Muhandislik konstruksiyalarining ishonchliligi va xavfsizligini ta'minlash mexanika, qurilish va mashinasozlikning muhim ilmiy-amaliy masalalaridan biridir. Turli konstruksiyalar foydalanish jarayonida statik, dinamik, markaziy yoki nomarkaziy qo'yilgan tashqi kuchlar ta'sirida bo'ladi. Bunday sharoitda konstruksiya materialining mustahkamligi bilan bir qatorda uning dastlabki muvozanat holatini saqlash qobiliyatini ham baholash talab etiladi.

Ustivorlikning yo'qolishi ko'pincha siqilishga ishlaydigan sterjenlar, ustunlar, ramalar, yupqa devorli elementlar, plastinalar va qobiqlarda kuzatiladi. Masalan, uzun va ingichka ustunga ta'sir qilayotgan siquvchi kuch materialning oquvchanlik chegarasiga yetmasdan ham uning keskin egilishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli konstruksiyaning buzilish xavfini faqat ruxsat etilgan kuchlanishlar orqali baholash yetarli emas.

S. Jerath tomonidan konstruksiyalar ustivorligiga bag'ishlangan ilmiy manbada ustunlarning kritik kuchi, tayanch shartlari, samarali uzunlik va ustivorlik shakllari o'zaro bog'liq masalalar sifatida yoritilgan [1]. Sonli tahlil usullari, xususan, chekli elementlar usuli yordamida ham kritik yuklanish va ustivorlik shakllarini aniqlash mumkin [2]. Biroq chiziqli xos qiymatlar tahlili natijalarini real konstruksiyaning yakuniy yuk ko'tarish qobiliyati bilan aynan tenglashtirish mumkin emas: boshlang'ich geometrik nuqsonlar, materialning nochiziqliligi va katta deformatsiyalar ham hisobga olinishi lozim [3]. Tadqiqotning maqsadi tashqi kuchlar ta'siridagi konstruksiyalarning ustivorligini aniqlashning nazariy asoslarini tahlil qilish, kritik kuchni hisoblash usulini asoslash va hisoblash misolida uning asosiy parametrlariga bog'liqligini ko'rsatishdan iborat.

Tadqiqot nazariy mexanika, elastiklik nazariyasi va konstruksiyalar ustivorligi nazariyasiga asoslanadi. Asosiy tadqiqot usullari sifatida matematik modellashtirish, differensial tenglamalarni tahlil qilish, xos qiymatlar usuli va sonli hisoblashdan foydalaniladi. Dastlab konstruksiya ideal elastik sterjen sifatida qaraladi. Uning materiali bir jinsli va izotrop, kesim yuzasi o'zgarmas, tashqi kuch esa sterjen

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

o'qi bo'ylab markaziy qo'yilgan deb olinadi. Ushbu farazlar klassik Eyler nazariyasiga mos keladi. Real konstruksiyalarda esa boshlang'ich qiyshayish, yukning nomarkaziyligi, qoldiq kuchlanishlar va tayanchlarning elastikligi natijalarga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin [1], [3].

Konstruksiya ustivorligining matematik modeli

Konstruksiyaning muvozanat holati tashqi kuchlar va ichki kuchlarning o'zaro muvozanatlashuvi bilan tavsiflanadi. Ustivor muvozanat holatida kichik tashqi ta'sir yoki boshlang'ich og'ishdan keyin tizim dastlabki holatiga qaytishga intiladi. Ustivor bo'lmagan holatda esa kichik og'ish ham deformatsiyaning ortib borishiga sabab bo'lishi mumkin. Umumiy holda konstruksiyaning muvozanat tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\mathbf{R}(\mathbf{u}, \lambda) = \mathbf{0},$$

bu yerda:

R – muvozanat tenglamalarining qoldiq vektori:

u – tugunlarning siljishlari va boshqa umumlashgan deformatsiyalar vektori;

λ – tashqi yuklanishning miqdorini belgilovchi parametr.

Konstruksiya holatining kichik o'zgarishlari uchun muvozanat tenglamasi chiziqlashtirilganda quyidagi munosabat olinadi:

$$\mathbf{K}_t \Delta \mathbf{u} = -\mathbf{R},$$

bu yerda $\mathbf{K}_t$ - tizimning tangensial birlik matritsasi, $\Delta \mathbf{u}$ esa siljishlarning kichik o'zgarishidir. Kritik nuqtada tangensial birlik matritsasining singulyarlashuvi yuz berishi mumkin:

$$\det(\mathbf{K}_t) = 0.$$

Mazkur shart ustivorlikni yo'qotishning muhim matematik belgilaridan biri hisoblanadi. Biroq murakkab konstruksiyalarda ustivorlikning yo'qolishi faqat ushbu shart bilan cheklanmaydi: chegaraviy nuqtalar, sakrashli o'tishlar va boshqa nochiziqli hodisalar ham tekshirilishi kerak [2], [3].

Tashqi kuchlar ta'siridagi konstruksiyalarning ustivorligini aniqlashda kritik kuch, tayanch shartlari, element geometriyasi va materialning elastik xususiyatlari asosiy omillar hisoblanadi. Eyler formulasi ideal elastik sterjenlarning kritik yukini baholash imkonini beradi, chekli elementlar usuli esa murakkab konstruksiyalarning ustivorlik shakllarini o'rganishga yordam beradi. Amaliy loyihalashda nazariy kritik kuch qiymati xavfsiz ishlash chegarasi bilan aynan bir xil emas. Shu sababli geometrik nuqsonlar, nomarkaziy yuklanish, materialning nochiziqli xususiyatlari va amaldagi loyihalash me'yorlari ham hisobga olinishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. S. P. Timoshenko and J. M. Gere, Theory of Elastic Stability, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1961.
2. S. Jerath, Structural Stability Theory and Practice: Buckling of Columns, Beams, Plates, and Shells. Hoboken, NJ: Wiley, 2021. doi: 10.1002/9781119694489.
3. W. F. Chen and E. M. Lui, Structural Stability: Theory and Implementation. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1987.
4. M. D. Goel, C. Bedon, A. Singh, A. P. Khatri, and L. M. Gupta, "An Abridged Review of Buckling Analysis of Compression Members in Construction," Buildings, vol. 11, no. 5, Art. no. 211, 2021. doi: 10.3390/buildings11050211.
5. Z. P. Bažant and L. Cedolin, Stability of Structures: Elastic, Inelastic, Fracture, and Damage Theories. New York: Oxford University Press, 1991.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

6. S. H. Crandall, N. C. Dahl, and T. J. Lardner, An Introduction to the Mechanics of Solids, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1972.
7. E. Riks, "Buckling," Encyclopedia of Computational Mechanics, Wiley, 2017. doi: 10.1002/9781119176817.ecm2027.
8. J. M. Gere and S. P. Timoshenko, Mechanics of Materials, 4th ed. Boston, MA: PWS Publishing, 1997.
9. J. D. Todd, "Stability of Columns," in Structural Theory and Analysis, Palgrave, 1981, pp. 311–341. doi: 10.1007/978-1-349-16598-8_10.
10. S. Jerath, "Columns," in Structural Stability Theory and Practice, Wiley, 2021. doi: 10.1002/9781119694489.ch2

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.