SILINDRIK QOBIQ VA PLASTINKALARNING KUCHLANGAN-DEFORMATSIYALANGAN HOLATINI O'RGANISH

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. Mazkur tezisda tashqi mexanik yuklar ta'siridagi silindrik qobiq va plastinkalarning kuchlangan-deformatsiyalangan holatini (KDH) nazariy o'rganish yondashuvi bayon etiladi. Yupqa qobiq va plastinkalar uchun geometrik parametrlar, material xossalari, yuklanish turi hamda chegaraviy shartlarning siljishlar va kuchlanishlar taqsimotiga ta'siri ko'rib chiqiladi. Muammoni yechishda elastiklik nazariyasiga asoslangan matematik model va chekli elementlar usulidan foydalanish imkoniyatlari yoritiladi. Ushbu yondashuv konstruksiya elementlaridagi maksimal siljish va kuchlanishlarni aniqlash, xavfli zonalarni belgilash hamda hisoblash modelini muhandislik tahlili uchun asoslashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: silindrik qobiq, plastinka, kuchlangan-deformatsiyalangan holat, elastiklik nazariyasi, egilish, siljish, kuchlanish, chegaraviy shartlar, chekli elementlar usuli.

Silindrik qobiqlar va plastinkalar mashinasozlik, qurilish, energetika, transport hamda kimyo sanoatida keng qo'llanadigan konstruktiv elementlardir. Rezervuarlar, quvurlar, siloslar, korpuslar, tom yopmalari va turli panellar tashqi bosim, taqsimlangan yuk, tayanch reaksiyalari hamda harorat o'zgarishlari ta'sirida ishlaydi. Ularning xavfsizligi faqat material mustahkamligi bilan emas, balki deformatsiyalarning miqdori va konstruksiya bo'ylab kuchlanishlarning taqsimlanishi bilan ham belgilanadi.

Kuchlangan-deformatsiyalangan holatni to'g'ri baholash uchun geometriya, materialning elastik xususiyatlari, yukning qo'yilish usuli va chegaraviy shartlar birgalikda hisobga olinishi lozim. Yupqa plastinkalar uchun klassik Kirchhoff–Love nazariyasi, ko'ndalang siljish deformatsiyalari muhim bo'lgan qalinroq elementlar uchun esa Reissner–Mindlin tipidagi modellar qo'llanishi mumkin. Qobiqlarni sonli tahlil qilishda chekli elementlar usuli keng tarqalgan bo'lib, uning aniqligi tanlangan element turi va nazariy farazlarga bog'liq [1–3].

Tadqiqot obyekti sifatida elastik materialdan tayyorlangan yupqa plastinka va silindrik qobiq qaraladi. Dastlabki modelda material bir jinsli, izotrop va chiziqli-elastik deb olinadi. Deformatsiyalar kichik, yuklanish esa statik deb faraz qilinadi. Ushbu farazlar birlamchi hisoblash modelini tuzishga imkon beradi; real konstruksiyalarda katta deformatsiya, plastiklanish, nuqsonlar yoki dinamik yuklar mavjud bo'lsa, model tegishli ravishda kengaytirilishi kerak. Kuchlanish va deformatsiya orasidagi bog'lanish chiziqli elastiklik qonuni orqali ifodalanadi:

$$\sigma = D \cdot \varepsilon$$

Bu yerda σ — kuchlanishlar vektori, ε — deformatsiyalar vektori, D — materialning elastiklik matritsasi. Kichik deformatsiyalar sharoitida deformatsiyalar siljishlarning hosilalari orqali aniqlanadi:

$$\varepsilon = \tfrac{1}{2}\left[\nabla u + (\nabla u)^T\right] \quad (2)$$

Bu yerda u — siljish vektori, ∇ esa koordinatalar bo'yicha differensial operator. Muvozanat tenglamalari quyidagi umumiy ko'rinishda yoziladi:

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

$$\nabla \cdot \sigma + b = 0 \quad (3)$$

Bu yerda b — hajmiy kuchlar vektori. Tenglamalar tegishli geometrik va kuch chegaraviy shartlari bilan birgalikda yechiladi. Masalan, ayrim chegaralarda siljishlar berilishi, boshqa chegaralarda esa sirt kuchlari yoki bosim qo'yilishi mumkin.

Silindrik qobiq uchun geometriya radius R, qalinlik h, uzunlik L va tayanch shartlari bilan tavsiflanadi. Plastinka uchun asosiy parametrlar uzunlik va kenglik, qalinlik, materialning elastiklik moduli E hamda Puasson koeffitsiyenti ν hisoblanadi. Yupqa elementlar uchun h ning xarakterli o'lchamlarga nisbati kichik bo'ladi, biroq nazariy modelni tanlashda faqat qalinlik emas, balki yuklanish turi va kutilayotgan deformatsiya shakli ham e'tiborga olinadi [1, 2].

Nazariy tahlil shuni ko'rsatadiki, silindrik qobiq va plastinkalarning KDHsi geometriya, qalinlik, elastiklik parametrlari, yukning taqsimlanishi va chegaraviy shartlar bilan belgilanadi. Qobiqda egilish bilan birga membranaviy kuchlanishlar ham yuzaga kelishi mumkin; shu sababli uni tekis plastinka modeli bilan to'liq almashtirish har doim ham to'g'ri bo'lmaydi. Plastinkalarda esa yuk va tayanchlar ta'sirida egilish momentlari, ko'ndalang kuchlar hamda normal kuchlanishlar hosil bo'ladi. Sonli hisoblash uchun chekli elementlar usulining umumiy algebraik modeli quyidagicha yozilishi mumkin:

$$K \cdot u = F \quad (4)$$

Bu yerda K — yig'ma bikrlik matritsasi, u — tugun siljishlari vektori, F — tashqi yuklar vektori. Tenglama yechilgach, siljishlardan deformatsiyalar, ulardan esa material qonuni orqali kuchlanishlar hisoblanadi. Natijalarni baholashda maksimal siljish, asosiy kuchlanishlar, ekvivalent kuchlanish va kuchlanishlar konsentratsiyasi kuzatiladigan zonalar tahlil qilinadi.

Silindrik qobiq va plastinkalarning kuchlangan-deformatsiyalangan holatini o'rganish konstruksiyalarning mustahkamligi va foydalanishdagi ishonchliligini baholash uchun zarur. KDHni aniqlashda materialning elastik xususiyatlari, element geometriyasi, qalinlik, tashqi yuklanish va chegaraviy shartlar o'zaro bog'liq holda qaralishi kerak. Analitik nazariyalar dastlabki baholash va fizik qonuniyatlarni tushuntirishga xizmat qilsa, chekli elementlar usuli murakkab geometriya va yuklanish holatlarini sonli tahlil qilish imkonini beradi. Hisoblash aniqligini oshirish uchun mos nazariy modelni tanlash, to'r yaqinlashuvini tekshirish va natijalarni ishonchli yechimlar bilan solishtirish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] S. P. Timoshenko and S. Woinowsky-Krieger, Theory of Plates and Shells, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1959.

[2] A. C. Ugural, Stresses in Plates and Shells, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1998.

[3] M. L. Bucalem and K. J. Bathe, "Finite element analysis of shell structures," Archives of Computational Methods in Engineering, vol. 4, pp. 3–61, 1997. doi: 10.1007/BF02818930.

[4] M. F. Caliri Jr., A. J. M. Ferreira, and V. Tita, "A review on plate and shell theories for laminated and sandwich structures highlighting the Finite Element Method," Composite Structures, vol. 156, pp. 63–77, 2016. doi: 10.1016/j.compstruct.2016.02.036.

[5] A. C. Scordelis, "Analysis of cylindrical shells and folded plates," ACI Symposium Paper, pp. 207–236, 1971. doi: 10.14359/17159.

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