UCH QATLAMLI STERJENNIG TEBRANISHLARI VA STATIK YUK TA'SIRIDA EGILISH TENGLAMALARI

Sh.A.Anarova
A.B.Xurramov
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
D.A.Shokirov
Namangan qurilish instituti
azizbekxurramov0102@gmail.com

Annotatsiya: *Ushbu maqolada uch qatlamli stejenning chetlari turlicha mahkamlangan hollar uchun ko`chish va egilish funksiyalarini aniqlovchi sodda va qulay formullarni keltirib chiqaramiz va oson ishlash imkoniyatlarini yaratamiz.*

Kalit so'zlar: *Ko`p qatlamli konstruktiv elementlar, qatlamli sterjenlar, uch qatlamli sterjenlarning yuk tasirida egilish tenglamalari.*

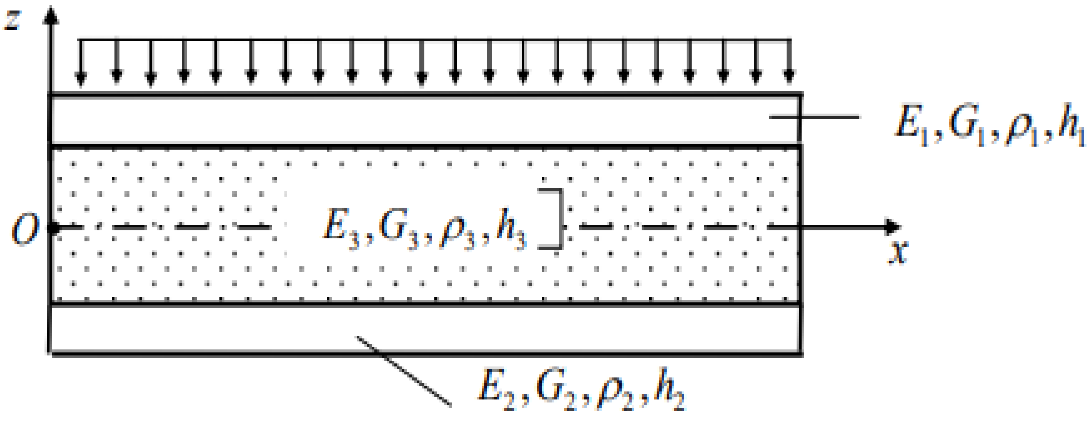
Qatlamli strukturaga ega bo`lgan sterjenlar, plastinalar va qobiqlar odatda fizik mexanik xususiyatlari turlicha bo`lgan moddalar yig`iladi. Asosiy yuk tashuvchi qatlamlar yuqori mustahkamlikga va katta bikrlikga ega materiallardan yasaladi va mexanik yuklarning asosiy qismini qabul qilishga mo`ljallangan. Monolit konstruksiyani tashkil etish uchun xizmat qiladigan bog`lovchi qatlamlar yuk tashuvchi qatlamlar orasidagi zo`riqishlarni qayta taqsimlashni taminlaydi. Qatlamlarning yana bir guruhi issiqlik, ximik, radiatsion va boshqa noxush ta‟sirlardan himoya qilish uchun mo`ljallangan. Qatlamlarning bunday majmuasi qaralayotgan sistemalarning ishini, o`rab turuvchi muhitning yomon sharoitlarda ham ta‟minlashga imkon beradi, nisbatan katta mustahkamlikni va bikrlikni mujasamlashtirgan massasi kichik bo`lgan konstruksiyani yaratishga imkon beradi. Keyingi yillarda ikkita yuk tashuvchi va ularning birgalikda ishini ta‟minlovchi to`ldiruvchi qatlamlardan iborat uch qatlamli konstruksiyalar juda keng tarqaldi. Uch qatlamli konstruksiyalar egilish deformatsiyasi sharoitlarda juda ratsionaldirlar. Bunda og`irlik ko`rsatkichlarning minimumini ta‟minlash nuqtai nazaridan, mustahkamlik va bikrlik berilgan chegaralarda bunday konstruksiyalar juda optimal bo`ladilar. Ko`p qatlamli konstruksiyalar nazariyasini plastinalar va qobiqlar klassik nazariyasini uch qatlamli konstruksiyalar nazariyasiga umumlashtirish natijasi sifatida qarash mumkin. Ko`p hollarda konstruksiyalarning ko`p qatlamli elementlarni yupqa hisoblash noto`gri bo`ladi, chunki bu holda klassik nazariyasining asosiy gipotezalari ishlamaydi. Qatlamlar sonini oshirganda va turli to`ldiruvchilar qo`llanilganda alohida qatlamlarning ishi bilan bog`liq bo`lgan effketlar juda muhim rol o`ynay boshlaydilar. Ko`ndalang siljish va normallarni siqilishdan tashqari ko`p qatlamli konstruksiyalar ishida yuk tashuvchi qatlamlarda momentlar effketlarni, ustuvorlikni yo`qotishning mahalliy shakllarini va boshqalarni hisobga olishga to`g`ri keladi. Konstruksiyalarning uch qatlamli elementlari, shu jumladan uch qatlamli elementlarning, nazariyasi XX-asrning qirqinchi yillaridan boshlab intensiv ravishda ishlab chiqila boshladi. Uning rivojlanishiga juda ko`p olimlar katta hissa qo`shdilar.

Ularning qatorida o`zbek olimlaridan akademik T.Sh.Shirinqulov, T.R.Rashidov, M.T.O`rozboyev, X.A.Raxmatulin, K.Sh. Bobomurodov va boshqalarni ko`rsatish mumkin.

V.V.Bolotin va Yu.N.Navichkovlarning [1,2] ishlarida ko`p qatlamli konstruktiv elementlarning bikr qatlamlari elastik deformatsiyalanadi, to`ldiruvchi qatlamda esa plastik deformatsiyalar vujudga keladi deb hisoblanadi, yumshoq qatlamning qalanligi bo`yicha ko`ndalang siljish urinma kuchlanishlari tekis taqsimlangan deb faraz qilinadi. Bu bitta bikr qatlamning ikkinchi bikr qatlamga nisbatan sirpanishni hisobga olishga imkon beradi. Agar to`ldiruvchi uchun ideal elasta plastik jism modeli qabul qilgan bo`lsa, sirpanish yumshoq qatlamning butun kesim bo`yicha bir vaqtda boshlanadi deb faraz qilinadi. Shu yerning o`ziga kompozent materiallarning mexanik xususiyatlarni tavsiflash uchun kichik qatlamli muhit modeli taklif qilinadi. Kichik qatlamli muhitlar holatlarining fizik tenglamalari tarkibga chiziqli qavushoq elastik operatoplar kiritiladi.

E.I.Grigolyuk va P.P.Chulkovlarning [3] monografiyasi uch qatlamli konstruksiyalarni hisoblash metodlarini bayon qilishga baxishlangan. Qobiqlar nazariyasi oldidan uch qatlamli to`g`ri sterjenlar nazariyasi keltirilgan. Bu yerda hozirgi vaqtda bir jinsli sterjenlar uchun ishlab chiqilgan asosiy masalalar tahlil qilingan. Qavariq qobiqlar klassik nazariyasining umumlashmasi bo`lgan chekli yechilishi qavariq qobiqlarning aftirlar tamonidan yaratilgan nazariyasi bayon qilishgan. Bu nazariyaning tenglamalari silindirik, sferik, konus shaklidagi va 11 tor shaklidagi qobiqlarning har xil tashqi ta“sirlar uchun kritik yuklarni va xususiy tebranish chastotalariga ishlatilgan. Yarim momentsiz deb atalgan uch qatlamli silindirik qobiqlar nazariyasi rivojlantirilgan, chekli egilishli qavariqmas qobiqlar uchun hisoblash nazariyasi keltirilgan. Cheli egilishli qavariq uch qatlamli qobiqlar uchun qurilgan nazariya bir jinsli qobiqlar uchun tabiiy chegaroviy shartlarni qo`yishga imkon beradi. [4] ishlarda uch qatlamli plastinkalar nazariyasining yangi varianti taklif etilgan. Bu yerda nazariya siniq narmal gipotezasiga asoslangan hamda to`ldiruvchi qatlam ko`ndalang yo`nalishda siqilmaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxatidagi [1] tadqiqotda to`plangan kuch bilan yuklangan uch qatlamli konsol stejenning egilishlari boshlang`ich parametrlar metodini qo`llab aniqlangan. Quyida biz [2] ilmiy ishda keltirilgan usuldan foydalanib uch qatlamli stejenning chetlari turlicha mahkamlangan hollar uchun ko`chish va egilish funksiyalarini aniqlovchi sodda va qulay formullarni keltirib chiqaramiz. Quyida uch qatlamli sterjen uchlar har xil mahkamlangan hollarda uning xususiy tebranishlari o‘rganiladi.



1-rasm

Uch qatlamli sterjen statik ravishda qo`yilgan yuk ta'siri ostida bo`lsa

$$D\left(1-\frac{\vartheta h^2}{\beta}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\right)\frac{\partial^4\chi(x,t)}{\partial x^4}+\rho hb\left(1-\frac{h^2}{\beta}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\right)\chi(x,t)=Q(x,t) \qquad (1)$$

harakat tenglamalarida dinamik hadlar tushib qoladi va u muvozanat tenglamasiga aylanadi.

Bu yerda

$$D\left(1-\frac{\vartheta h^2}{\beta}\frac{d^2}{dx^2}\right)\frac{d^4\chi(x)}{dx^4}=P \qquad (2)$$

Hosil bo`lgan tenglama uch qatlamli sterjenning ko`ndalang egilishini tavsiflaydi.

χ(x,t) – ko'chish funksiyasi;

D –sterjen materialining bikrligi;

P(x,t) –tashqi dinamik yuk;

υ –umumlashgan ko'chish;

h,b – sterjen devori qalinligi va eni;

t –vaqt;

x –bo"ylama koordinata;

Yuqoridagi (1) tenglamada ko`chishlar $\chi$ (x) funksiya orqali ifodalanganligi, va demak momentlar va ko`ngalang kuchlar ham shu funksiya orqali ifodalanganliklari uchun (2) tenglamani asosiy hal qiluvchi tenglama sifatida qabul qilish mumkin.

Endi o`lchamsiz parametrlarni

$$\xi=\frac{x}{l};\ \chi=\frac{\chi}{l};k=\frac{h^2}{\beta l^2} \qquad (3)$$

formulalar bilan kiritib

$$\frac{D}{l^2}\left(1-vk\frac{d^2}{d\xi^2}\right)\frac{d^4\chi(x)}{d\xi^4}=P \qquad (4)$$

tenglamaga ega bo`lamiz. Oxirgi oltinchi tartibli bir jinslimas differensial tenglamani yechamiz. Buning uchun tenglamaning bir jinsli qismini ajratib olamiz.

$$\left(1-vk\frac{d^2}{d\xi^2}\right)\frac{d^4\chi(\xi)}{d\xi^4}=0 \qquad (5)$$

Hosil qilingan (5) differensial tenglamani yechimi

$$\frac{d^4\chi(\xi)}{d\xi^4}=0 \quad \text{va} \quad \chi(\xi)-vk\frac{d^2\chi(\xi)}{d\xi^2}=0$$

tenglamalar yechimlarining yig`indisiga;

$$\frac{d^4\chi(\xi)}{d\xi^4}\neq 0 \quad \text{va} \quad \chi(\xi)-vk\frac{d^2\chi(\xi)}{d\xi^2}=0$$

tenglamalar yechimlarining yig`indisiga;

$$\frac{d^4\chi(\xi)}{d\xi^4}=0 \quad \text{va} \quad \chi(\xi)-vk\frac{d^2\chi(\xi)}{d\xi^2}\neq 0$$

tenglamalar yechimlarining yig`indisiga teng bo`ladi.

Ammo, (4)-bir jinslimas differensial tenglamaning ko`rinishidan kelib chiqqan holda biz ikkinchi holdan foydalanamiz, ya'ni

$$\chi(\xi)-vk\frac{d^2\chi(\xi)}{d\xi^2}=0 \qquad (6)$$

$\frac{d^4\chi(\xi)}{d\xi^4}$=1 ($\frac{d^4\chi(\xi)}{d\xi^4}\neq 0$ yoki $\frac{d^4\chi(\xi)}{d\xi^4}$=C =const xususiy holda C=1) (7)

tenglamalar yechimlarini topamiz. Avvalo (6) tenglamani xarakteristikalar usuli bilan yechamiz. Ya'ni yechimni

$\chi(\xi) = Ce^{\lambda\xi}$ (8)

ko`rinishda izlaymiz. Ushbu (8) yechimni (6) tenglamaga qo`yib

$Ce^{\lambda\xi} - vk\lambda^2 Ce^{\lambda\xi} = 0$ tenglamaga ega bo'lamiz.

Bundan

$$vk\lambda^2 - 1 = 0 \quad (9)$$

Xarakteristik tenglamani olamiz. Bu tenglamaning ildizlari

$\lambda = \pm\frac{1}{\sqrt{kv}}$ (10)

U holda ma"lumki [3] (6) tenglamaning umumiy yechimi

$\chi_1(\xi) = C_1 e^{-\frac{\xi}{\sqrt{kv}}}$ (11)

ko`rinishda bo`ladi.

Endi (7) tenglamaning yechimini topamiz. Uni bir marta integrallab

$\frac{d^3\chi(\xi)}{d\xi^3} = \xi + C_3$ (12)

ifodaga ega bo`lamiz va (12) ketma-ket integrallaymiz va

$\frac{d^2\chi(\xi)}{d\xi^2} = \frac{\xi^2}{2} + C_3\xi + C_4$

$\frac{d\chi(\xi)}{d\xi} = \frac{\xi^3}{3} + C_3\frac{\xi^2}{2} + C_4\xi + C_5$

$\chi_2\xi = \frac{\xi^4}{24} + C_3\frac{\xi^3}{6} + C_4\frac{\xi^2}{2} + C_5\xi + C_6$ (13)

yechimga ega bo`lamiz. Demak tenglamaning umumiy yechimi

$\chi(\xi) = \chi_1(\xi) = \chi_2(\xi) = C_1 e^{\frac{\xi}{\sqrt{kv}}} + C_2 e^{-\frac{\xi}{\sqrt{kv}}} + \frac{\xi^4}{24} + C_3\frac{\xi^3}{6} + C_4\frac{\xi^2}{2} + C_5\xi + C_6$

(14)

bo`ladi. U holdabir jinslimas tenglamaning umumiy yechimni sifatida

$\chi(\xi) = \frac{Pl^2}{D}(\chi_1(\xi) + \chi_2(\xi))$ (15)

yechimni olsak u (6) tenglamani qanoatlantirmaydi. Shuning uchun (11) yechimni -k^2v^2 –o`zgarmas songa ko`paytirib

$\chi_1(\xi) = C_1 k^2 v^2 e^{\frac{\xi}{\sqrt{kv}}} + C_2 k^2 v^2 e^{-\frac{\xi}{\sqrt{kv}}}$

ko`rinishda olamiz. Bu tenglamaning umumiy echimi quyidagicha.

$\chi(\xi) = \frac{Pl^2}{D}(C_1 k^2 v^2 e^{\frac{\sqrt{kv}\,\xi}{kv}} + C_2 k^2 v^2 e^{-\frac{\sqrt{kv}\,\xi}{kv}} + \frac{\xi^4}{24} + C_3\frac{\xi^3}{6} + C_4\frac{\xi^2}{2} + C_5\xi + C_6)$

(16)

Bu yerda $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ lar chegaraviy shartlardan topiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Абдусатторов А., Каюмов А.К., Эргашев З.З., М.Камоладдинов. Методы расчета составных оболочечных конструкций при малоциклическом нагружении. //ДАН Уз. 2000. №10, С.27-32.
2. Абдусатторов А., Мавлонов Т. Циклические нагружения составных оболочечных конструкций с учетом упруго-пластических свойств элементов. //ДАН Уз. 1993. №1
3. Адван Мухамед Жамал. Расчет трехслойных пластин с отверствиями.: Автореф. дисс....канд.техн.наук. –С.-П., 2002. –21с.
4. Акрамов Х.А. Влияние гибких связей и утеплителя на работу изгибаемых элементов трехслойных железобетонных панелей.: Автореф.дисс....канд.техн.наук. Т. 2004.-22 с.