

IKKINCHI QATLAMI KOMPOZIT MATERIALLARDAN TASHKIL TOPGAN YUPQA PLITALARNI MUSTAHKAMLIGI VA DEFORMATSIYANGANLIK XOLATLARI.

dotsent DO'SMATOV ABDURAHIM¹, talaba NOZIMJONOV NOSIRJON²

Farg'ona politexnika institute, dusmatov@mail (ORCID: 0000-0002-9248-3833)¹ Tel: +998916630958

Annotatsiya. Ushbu izlanishda ikki qatlamli kompozit materiallardan tashkil topgan yupqa plitalarni mustahkamligi va deformatsiyalanganlik xolatlari tatqiqoti keltirilgan. Ikki qatlamli yupqa plitalarning birinchi qatlami metall yoki temirbeton qatlamlardan iborat bo'lib, ularning qalinliklari ikkinchi kompozit qatlamlarning qalinliklaridan ancha katta deb olinadi. Qatlamlarning fizik-mexanik xossalari va qalinliklari bo'yicha farq qiluvchi va metall yoki temirbeton materiallardan tashkil topgan.

Kalit so'zlar: Ikki qatlamli kombinatsion plita, kompozit qatlam, yuk ko'taruvchi metall qatlam, siljish moduli, kuchlanganlik va deformatsiyalanganlik holati, chokdagi tangensial kuchlanish, egilish, siljish funksiyasi, ko'ndalang siljish.

Аннотация: В работе представлены прочностные и деформационные состояния тонких пластин из двухслойных композиционных материалов. Первый слой двухслойных тонких пластин состоит из металлических или железобетонных слоев, толщина которых значительно превышает толщину второго композитного слоя. Слои различаются по физико-механическим свойствам и толщине и изготавливаются из металлических или железобетонных материалов.

Ключевые слова: Двухслойная композитная пластина, композиционный слой, несущий металлический слой, модуль сдвига, напряженно-деформированное состояние, касательное напряжение в сварном шве, изгиб, функция сдвига, поперечный сдвиг.

Abstract. In this research, the strength and deformation states of thin plates made of two-layer composite materials are presented. The first layer of two-layer thin plates consists of metal or reinforced concrete layers, the thickness of which is much higher than the thickness of the second composite layers. Layers differ in physical and mechanical properties and thicknesses and are made of metal or reinforced concrete materials.

Key words: Two-layer composite plate, composite layer, load-bearing metal layer, shear modulus, state of stress and deformation, tangential stress at the seam, bending, shear function, transverse shear.

Ushbu izlanishda ichki yoki tashqi qatlamlari kompozit materiallar bilan o'ralgan metall yoki temirbeton qatlamlardan tashkil topgan plitalarning kuchlanganlik va deformatsiyalangan holatlari tadqiq qilingan. O'zbekiston Respublikasi prezidentining 7-fevral PF-4947 farmoniga binoan O'zbekiston Respublikasining rivojlanishlanish strategiyasida belgilangan dolzarb ilmiy tadqiqotlar ilmiy izlanishlarida yangi, yengil konstruksion tuzilmalarni yaratish va ularni mustahkamligi, bikrligi hamda uzoqqa chidamliligini ta'minlash borasidagi dolzarb ishlar qatoriga ushbu izlanishni kiritish mumkin. Oxirgi yillarda agressiv muhitda ishlovchi inshotlarning qurilish tuzilmalarini yaratish va ularni tatqiqotlari ham muhim masalalar qatoriga kiradi. Bunga sabab hali bizning yurtimizda agressiv muhitga chidamli konstruksiyalar, inshootlarga agressiv ta'sir qiluvchi kislotalar ishqor va boshqa kimyoviy eritmalarni saqlovchi rezervarlarni ishlab chiqaradigan korxonalarimiz hali ko'p emas. Metall plastina va qobiqlar, shuningdek ayrim agressiv muhitga ishlovchi temirbeton plitalar hamda qurilish tuzilmalari malumki kislota, ishqor kabi agressiv muxitlarga chidamsiz bo'ladi. Ya'ni korroziyaga uchrash natijasida o'zining mustahkamligini va uzoqqa chidamliligini yo'qotadi. Qurilish tuzilmalarini kompozit qatlam bilan o'ralganda va mustahkamlanganda agressiv muxitga chidamliligi ortadi. Kombinatsiyalashgan metall tuzilmalarini yuk ko'tarish va agressiv muhitga bardosh berishi qobiliyatlari bir qatlamli metall tuzilmalarga nisbatan ancha yuqori bo'ladi. Shunday qilib, tashki dinamik va statik yuklarni bemalol ko'tara oladigan mustahkam, uzoqqa chidamli xamda agressiv muxitga chidamlik iqtisodiy jihatdan samarador tuzilmalarni xosil qilish ushbu izlanishda asosiy maqsad qilib olingan.

Ushbu ishda ikki qatlamli tuzilmalarni mustahkamlik, ustivorlik, hamda deformatsiyalanganlik holatlari hamda plastinalar egilishi ko'rib chiqilgan. [1; 2] S.A. Ambartsumyanning aniqlashtirilgan nazaryasiga asosan quyidagi ikki qatlamli kombinatsiyalashgan plita hisobini ko'rib chiqamiz.

Ushbu ishda metall va kompozit qatlamlardan iborat bo'lgan ikki qatlamli kombinatsiyalashgan yupqa plitalarning mustahkamlik va deformatsiyalanganlik xolatlari ko'rib chiqilgan. Birinchi qatlam ikkinchi mustahkamlovchi qatlamdan sezilarli darajada katta deb faraz qilamiz ($h > \delta$). Birinchi va ikkinchi qatlamlarning qalinligi plita bo'ylab doimiy deb hisoblaymiz,

birinchi qatlam ikkinchisiga nisbatan ancha katta. Bu yerda e_{zz} -deformatsiyaning z koordinatalari bo'yicha nisbiy cho'zilishi xisobga olinmaydi; $e_{zz} = 0$; $w=w(x, y)$ [5; 6]

Birinchi yuk ko'taruvchi plita qatlamining siljish deformatsiyasi

$$e_{xz}^{(1)} = \frac{1}{2} \left(\frac{h^2}{4} - \gamma^2 \right) \Phi_1(x, z) + \left(0,5 - \frac{\gamma}{h} \right) \frac{\tau_1}{G^{(1)}_{13}}$$

$$e_{yz}^{(2)} = \frac{1}{2} \left(\frac{h^2}{4} - \gamma^2 \right) \Phi_2(x, z) + \left(0,5 - \frac{\gamma}{h} \right) \frac{\tau_2}{G^{(2)}_{23}} \quad (1)$$

Ikkinchi mustahkamlovchi qatlamning siljish deformatsiyasi plita qalinligi bo'yicha quyidagi qonuniyat asosida o'zgaradi

$$e_{xz}^{(2)} = \left(0,5 + \frac{\gamma_1}{\delta} \right) \frac{\tau_1}{G^{(2)}_{13}}$$

$$e_{yz}^{(2)} = \left(0,5 + \frac{\gamma_1}{\delta} \right) \frac{\tau_2}{G^{(2)}_{23}} \quad (2)$$

bu yerda δ, h – shisha tolali va metall qatlamlarining qalinligi;

$\Phi_i = \Phi_i(x, y)$ – axtarilayotgan siljish funksiyasi ;

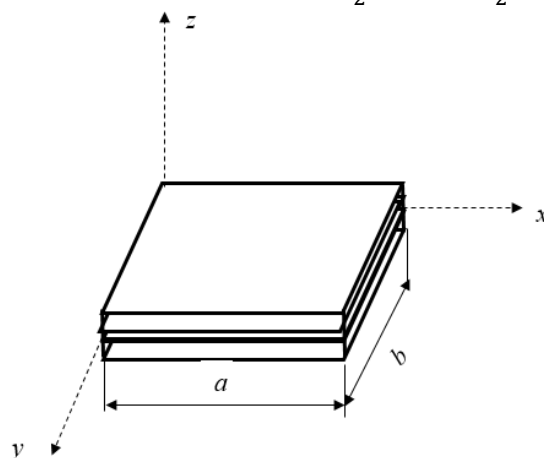
$\tau_i = \tau_i(x, y)$ – urinma kuchlanishlar ;

$G^{(1)}_{ik}, G^{(2)}_{ik}$ – birinchi va ikkinchi qatlamlarning siljish modullari ($i=1,2; k=3$).

γ koordinatalar quyidagi o'zgarish chegaralariga;

birinchi qatlam uchun $-\frac{h}{2} \leq \gamma \leq \frac{h}{2}$;

ikkinchi qatlam uchun $-\frac{\delta}{2} \leq \gamma_1 \leq \frac{\delta}{2}$.



Rasm.1. Ikki qatlamli kombinatsion plita.

S. A. Ambartsumyanning aniqlashtrilgan nazariyasini ushbu izlanishga asos deb qabul qilamiz

Kompozit birinchi qatlamning ko'chishi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$u^{(1)} = u_0 - \gamma \frac{\partial w}{\partial x} + \left(\frac{\gamma h^2}{8} - \frac{\gamma^3}{6} \right) \Phi_1 + \gamma \left(\frac{1}{2} - \frac{\gamma}{2h} \right) \frac{\tau_1}{G^{(1)}_{13}} ;$$

$$v^{(1)} = v_0 - \gamma \frac{\partial w}{\partial y} + \left(\frac{\gamma h^2}{8} - \frac{\gamma^3}{6} \right) \Phi_1 + \gamma \left(\frac{1}{2} - \frac{\gamma}{2h} \right) \frac{\tau_1}{G^{(1)}_{13}} . \quad (3)$$

Xuddi shunday ikkinchi kompozit qatlam:

$$u^{(2)} = u_0 - \gamma_1 \frac{\partial w}{\partial x} + \gamma_1 \left(\frac{1}{2} - \frac{\gamma_1}{2\delta} \right) \frac{\tau_1}{G^{(2)}_{13}} ;$$

$$v^{(2)} = v_0 - \gamma_1 \frac{\partial w}{\partial y} + \gamma_1 \left(\frac{1}{2} - \frac{\gamma_1}{2\delta} \right) \frac{\tau_2}{G^{(2)}_{23}}. \quad (4)$$

Bu yerda $u_0 = u_0(x, y)$, $v_0 = v_0(x, y)$ – birinchi qatlamning neytral o'qiga mos keladigan nuqtasining ko'chishlari.

Tangentsial siljishlar $u^{(1)}, u^{(2)}, v^{(1)}, v^{(0)}$ – plitaning istalgan nuqtasi, formulalar (3), (4) klassik nazariyadan farqli o'laroq, ular γ , ikkinchi qatlamda γ_1 -ga chiziqli bog'liq. Buning sababi qatlamlarning qalinligidagi farq va kuchliroq birinchi navbatda ko'ndalang kesishni xisobga olishdir.

Lograjning bariatsion prinsipiga asosan elastic tuzilmalarning potentsial energiyasini quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz. [7]

$$u = \frac{1}{2} \iiint (\sigma^{(1)}_x \varepsilon^{(1)}_x + \sigma^{(1)}_y \varepsilon^{(1)}_y + \tau^{(1)}_{xy} \varepsilon^{(1)}_{xy}) dx dy dz + \frac{1}{2} \iiint (\sigma^{(2)}_x \varepsilon^{(2)}_x + \sigma^{(2)}_y \varepsilon^{(2)}_y + \tau^{(2)}_{xy} \varepsilon^{(2)}_{xy}) dx dy dz + \frac{1}{2} \iiint (\tau_1 \varepsilon_{\text{III}13} + \tau_2 \varepsilon_{\text{III}23} - 2qw) ds. \quad (5)$$

Eylarning variatsion tenglamasidan foydalanib, nomalumlarga nisbatan to'rtinchi darajali differentsial tenglamalar tizimini olamiz $w, u_0, v_0, \Phi_1, \Phi_2, \tau_1, \tau_2$ [2]

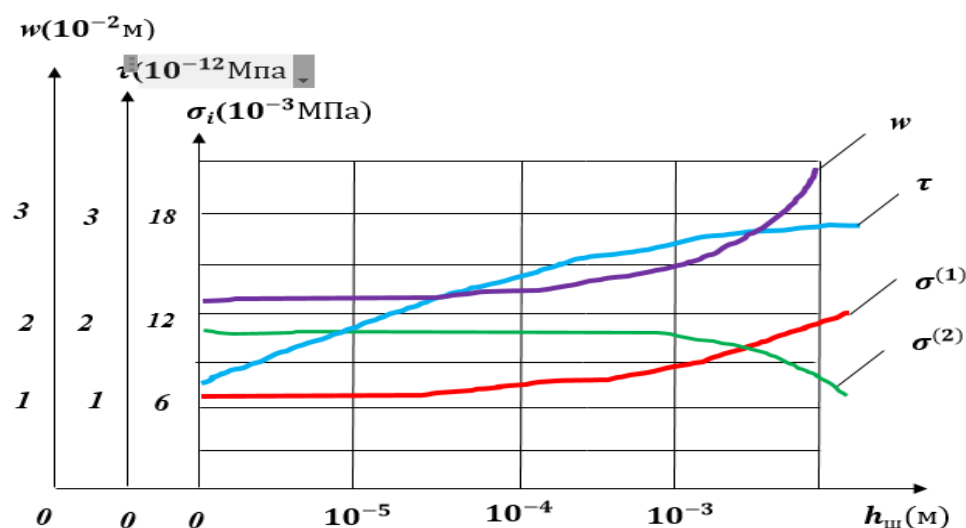
Misol sifatida metall va kompozit qatlamli plitani olamiz. O'lchamdagi to'rtburchaklar kvadrat plitani ko'rib chiqamiz $a = b = 1.2$ m. Birinchi va ikkinchi qatlamlarning qalinliklari navbati $h = 1.5 \times 10^{-2}$ m. Birlashtirilgan plitalarning elastik xususiyatlari ishlarga muvofiq olinadi [3; 4]. $\delta_{\text{II}} = 0.2$ cm

$$\begin{aligned} E_1^{(1)} &= 3.05 \cdot 10^4 \text{ MPa}; & E_2^{(1)} &= 1.88 \cdot 10^4 \text{ MPa}; & \mu^{(1)} &= 0.18; \\ E_1^{(2)} &= E_2^{(2)} = 2.1 \times 10^5 \text{ MPa}; & \mu^{(2)} &= 0.26; \\ G_{12}^{(1)} &= 0.49 \cdot 10^4 \text{ MPa}; & G_{13}^{(1)} &= 0.31 \cdot 10^4 \text{ MPa}; \\ G_{23}^{(1)} &= 0.35 \cdot 10^4 \text{ MPa}; & G_{ik}^{(2)} &= 0.81 \cdot 10^5 \text{ MPa}; & q &= 1. \end{aligned}$$

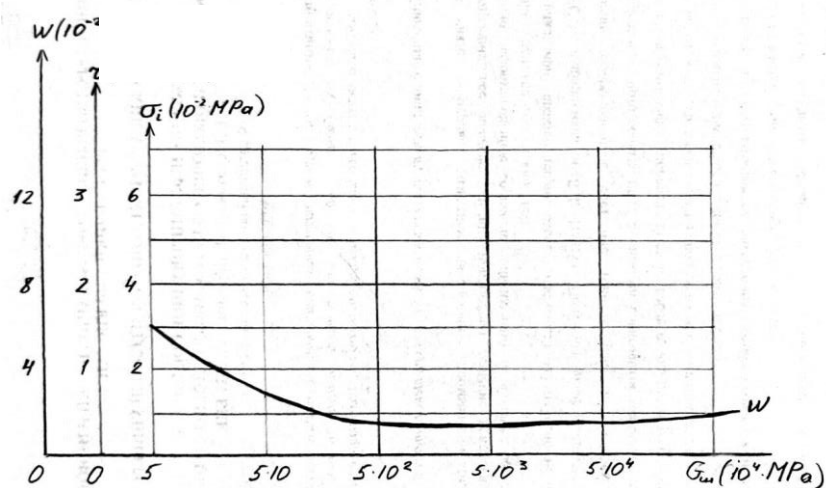
Izlanishlar shuni ko'rsatadiki, agar chokning siljish moduli qatlamlarning siljich modulidan sezilarli darajada kam bo'lsa, ikki qatlamli plitalarning mustahkamligi va deformatsiyasiga katta tasir ko'rsatadi. (Rasm.3)

Agar chokning siljish modulini $5 \cdot 10^4$ MPa dan $5 \cdot 10^4$ MPa gacha oshirsak, stekloplastik (kompozit) qatlamni kuchlanishini ($\sigma^{(2)}_x$) 4.45% (foizga) kamayishi kuzatilgan. Bunda metall qatlamdagi kuchlanish ($\sigma^{(1)}_x$) esa, 10% (foizga) oshganligi aniqlandi.

Epoksi yelimini olsak ($G_{\text{III}ik} = 0.5 \times 10^{-2}$ MPa), biz chokning siljish modulini 10 barobar oshirsak, shisha tolali qatlamdagi bosimni kamaytiradi, yani 4.45 % ($\sigma^{(1)}$), va metal qatlamda uni 10% ga oshiradi. Yopishqoq qatlam qalinligining ikki marta o'zgarishi ($c_{h_{\text{III}}} = 10^{-4}$ dan 0.5×10^{-4} m) shisha tolalardagi bosimni x ga nisbatan 4.1% ga o'zgartiradi (Rasm2; 3), $x = 0.5a$, $y = 0.5b$.



Rasm.2. Chokning balandligini o'zgarishini kuchlanganlik xolatiga ta'siri



Rasm.3. Siljish moduli (G_{wik}) ni egilish deformatsiyasiga ta'siri

Shunday qilib, plitaning siljish moduli qanchalik kata bo'lsa, uning ($\sigma^{(1)}_x$, $\sigma^{(2)}_x$) kuchlanish xolatiga ta'siri shunchalik kam bo'ladi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, K-147 Epoksid yelimidan эпоксид (($G_{\text{wik}} = 0.5 \times 10^{-2}$ MPa) yopishtiruvchi qatlam qalinligi 10 barobar dan 10^{-4} gacha 10^{-3} MPa) oshgandagi.) plitaning salviligi 10% ga oshadi. G_{wik} ning katta qiymatlarida qatlamlar kuchlanishiga ozgina ta'sir qiladi (1% dan kam). [8]

Ichki va tashqi qatlamlari kompozit materiallardan tashkil topgan ikki qatlamli plitalarni mustahkamligi, deformatsiyalari tekshirib chiqilgan. Izlanishlar shuni ko'rsatadiki, siljish deformatsiyasini hisobga olgandagi kompozit qatlamli kombinatsiyalashgan qurilish tuzilmalarining mustahkamligi o'rtacha 10-12%ga ortganligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

- [1] .Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек Изд-во «Наука», гл.ред. Ф.М.Л, Москва, 1974г
- [2]. Дусматов А.Д. Прочность и деформативность двухслойных плит с податливыми клеевыми швами. Деп.в ВНИИИС.Р.Ж.Строительство и архитектура,сер.8, вып.7, М.,1982.
- [3]. Дусматов, А. Д., Ахмедов, А. Ў., & Абдуллаев, З. Ж. (2021). Температурная задача двухслойных цилиндрических оболочек с композиционными защитными слоями. Scientific progress, 2(7), 343-348.
- [4]. Dumatovich, D. A., Urmonjonovich, A. A., Djuraevich, A. Z., & Sohijonovich, A. S. (2021). The research influence of strained-deformed state of two-layers axially symmetrical cylindrical clad layers on their

physicmechanical properties. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 8(10).

- [5]. Дусматов, А. Д., Ҳамзаевич, Ҳ. И., & Халилов, Ш. З. (2019). Исследование напряженно-деформированного состояния двухслойных комбинированных пологих оболочек с учетом поперечных сдвигов и податливости клеевого шва. Universum: технические науки, (12-1 (69)), 54-57.
- [6]. Дусматов, А. Д., Ахмедов, А. У., Маткаримов, Ш. А., & Абдуллаев, З. Д. (2022). ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ДВУХСЛОЙНЫХ ПЛИТ С УЧЕТОМ ПОДАТЛИВОСТИ КЛЕЕВОГО ШВА. Universum: технические науки, (10-2 (103)), 43-48.
- [7]. Dusmatov, A. D. (2019). Investigation of strength and stability of three-layer combined plates used in underground structures. Scientific-technical journal, 22(2), 63-67.
- [8]. Касимов, И. И., Дусматов, А. Д., Ахмедов, А. У., & Абдуллаев, З. Д. (2019). Исследование состояния двухслойных осесимметричных цилиндрических оболочек на физико-механические характеристики. Техник тадиқотлар журналі,(2).