

## ИККИНЧИ ҚАТЛАМИ КОМПОЗИТ МАТЕРИАЛЛАРДАН ТАШКИЛ ТОПГАН ПЛИТА ВА ҚОБИҚЛАРНИ МУСТАҲКАМЛИГИ ВА ДЕФОРМАЦИЯЛАНГАНЛИК ҲОЛАТЛАРИ

**Дусматов Абдурахим Дусматович**

Фарғона Политехника институти Доценти,

Узбекистон, Фарғона вилояти,

E-mail: [abdurahimdusmatov1@gmail.com](mailto:abdurahimdusmatov1@gmail.com)

**Мусаев Муродбек Хабибулло ўғли**

Фарғона Политехника институти М2-20 ИОҚ магистранти,

Узбекистон, Фарғона вилояти,

E-mail: [murodbekm394@gmail.com](mailto:murodbekm394@gmail.com)

### АННОТАЦИЯ

Мақолада қалинлиги ва физик-механик хоссалари бўйича бир-биридан фарқ қилувчи композит қатламлардан ясалган икки қатламли бирлаштирилган қобик ва металл пластина кўриб чиқилади, шунингдек, бундай қобик ва пластиналарнинг кучланиш-деформация ҳолатининг мустаҳкамлиги ва деформацияланишига таъсири ўрганилади.

**Калит сўзлар:** икки қатламли бирлаштирилган қобик ва плиталар, тенг тақсимланган юк, дифференциал тенгламалар тизими, қобик деформацияси, ўрта сиртнинг силжиши, бурилиш, силжиш функцияси, тангенциал кучланишлар.

### SECOND LAYER STRENGTH AND DEFORMATION STATUS OF PLATES AND SHELLS MADE OF COMPOSITE MATERIALS

#### ABSTRACT

The article examines a two-layer composite shell and metal plate made of composite layers that differ in thickness and physical-mechanical properties, as well as the effect of such shells and plates on the strength and deformation state of the stress-strain state.

**Keywords:** two-layer combined shell and plates, evenly distributed load, system of differential equations, shell deformations, median surface displacement, deflection, shear function, tangential stresses.

Ушбу изланишда агрессив муҳитга чидамли ички ёки ташқи қатламлари композит материаллар билан ўралган металл ёки темирбетон қатламлардан ташкил топган плиталарнинг кучланганлик ва деформацияланган ҳолатлари тадқиқ қилинган. Ўзбекистон Республикаси президенти 7-феврал ПФ-4947 фармонида биноан Ўзбекистон Республикасининг ривожланиш стратегиясида белгиланган долзарб илмий тадқиқотлар илмий изланишларида янги, енгил конструкцион тузилмаларни яратиш ва уларни мустаҳкамлиги, бикрлиги ҳамда узокқа чидамлилигини таъминлаш борасидаги долзарб ишлар қаторига ушбу изланишни киритиш мумкин. Охириги йилларда агрессив муҳитда ишловчи иншоотларнинг қурилиш тузилмаларини яратиш ва уларни тадқиқотлари ҳам муҳим масалалар қаторига киради. Бунга сабаб хали бизнинг юртимизда агрессив муҳитга чидамли конструкциялар, иншоотларга агрессив таъсир қилувчи кислоталар ишқор ва бошқа кимёвий эритмаларни сақловчи резервуарларни ишлаб чиқарадиган корхоналаримиз хали кўп эмас. Ташқи динамик ва статик юкларни бемалол кўтара оладиган мустаҳкам, узокқа чидамли ҳамда агрессив муҳитга чидамлик иқтисодий жихатдан самарадор тузилмаларни ҳосил қилиш ва чокдаги силжиш деформациясини мустаҳкамликка ва эгилувчанликка тасирини аниқловчи ҳисоблаш услубларини яратиш ушбу изланишда асосий мақсад қилиб олинган.

Хукуматимиз томонидан бундай замонавий қурилиш тузилмалари ва янги композит материаллар ёки машина деталларини ҳисоблаш, лойиҳалаш, синаш ишларини олиб боришга ҳозирги пайтда алоҳида эътибор қаратилган. Икки қатламли пластина ва қобиқларни Кирхгов-Ляв гипотезасига бўйсунди деб қабул қиламиз [2-6].

Ушбу ишда металл ва композит қатламлардан иборат бўлган икки қатламли комбинациялашган плита ва қобиқларнинг силжиш деформацияларини мустаҳкамликка ва деформацияланганлик ҳолатларига тасирини кўриб чиқамиз.

Юк котарувчи биринчи қатлам иккинчи мустаҳкамловчи қатламдан сезиларли даражада катта деб фараз қиламиз ( $h > \delta$ ).

Биринчи ва иккинчи қатламларнинг қалинлиги плита бўйлаб доимий деб ҳисоблаймиз.

Бу ерда  $e_{yz}$  – деформациянинг  $z$  координатаси бўйича нисбий чўзилиши ҳисобга олинмайди;  $e_{yz} = 0$ ;  $w = w(x, y)$

Биринчи юк кўтарувчи плита ва ва қобиқ қатламинининг силжиш деформацияси

$$e_{\alpha\gamma}^{(1)} = 0,5 \left( \frac{h^2}{4} - \gamma^2 \right) \Phi_1(\alpha, \beta) + \left( 0,5 - \frac{\gamma}{h} \right) \frac{\tau_1(\alpha, \beta)}{G_{\alpha\gamma}^{(1)}} \quad (1)$$

$$e_{\beta\gamma}^{(1)} = 0,5 \left( \frac{h^2}{4} - \gamma^2 \right) \Phi_2(\alpha, \beta) + \left( 0,5 - \frac{\gamma}{h} \right) \frac{\tau_2(\alpha, \beta)}{G_{\beta\gamma}^{(1)}}$$

Иккинчи мустахкамловчи қатламнинг силжиш деформацияси плита қалинлиги бўйича қуйидаги қонуният асосида ўзгаради

$$e_{\alpha\gamma}^{(2)} = \left( \frac{1}{2} + \frac{\gamma_1}{\delta_1} \right) \frac{1}{G_{\alpha\gamma}^{(2)}} \cdot \tau_1(\alpha, \beta) \quad (2)$$

$$e_{\beta\gamma}^{(2)} = \left( \frac{1}{2} + \frac{\gamma_1}{\delta_1} \right) \frac{1}{G_{\beta\gamma}^{(2)}} \cdot \tau_2(\alpha, \beta)$$

Қатламларнинг ( $i=1,2$ ) нормал ва кучланишлари қуйидаги формулалар орқали ифодаланади

$$\sigma_{\alpha}^{(i)} = B_{11}^{(i)} E_{\alpha}^{(i)} + B_{12}^{(i)} E_{\beta}^{(i)} \quad (3)$$

$$\sigma_{\beta}^{(i)} = B_{22}^{(i)} E_{\beta}^{(i)} + B_{12}^{(i)} E_{\alpha}^{(i)}$$

$$\tau_{\alpha\gamma}^{(i)} = G_{ik}^{(i)} e_{\alpha\gamma}^{(i)}$$

$$\tau_{\beta\gamma}^{(i)} = G_{ik}^{(i)} e_{\beta\gamma}^{(i)} \quad (4)$$

бу ерда  $\delta, h$ — шиша толали ва металл қатламларининг қалинлиги;

$\Phi_i = \Phi_i(x, y)$  — ахтарилаётган силжиш функцияси ;

$\tau_i = \tau_i(x, y)$  — уринма кучланишлар ;

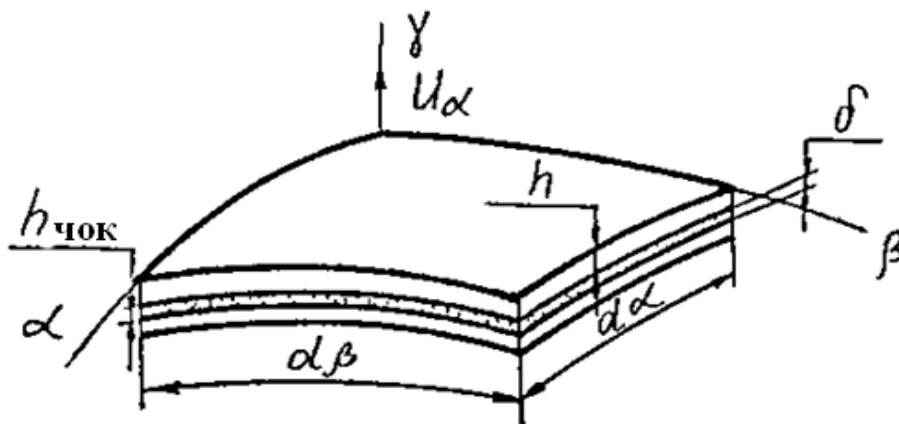
$G_{ik}^{(1)}, G_{ik}^{(2)}$  — биринчи ва иккинчи қатламларнинг силжиш модуллари ( $i=1,2; k=3$ ).

$\gamma$  координаталар қуйидаги ўзгариш чегараларига эга ;

биринчи қатлам учун  $-\frac{h}{2} \leq \gamma \leq \frac{h}{2}$  ;

иккинчи қатлам учун  $-\frac{\delta}{2} \leq \gamma_1 \leq \frac{\delta}{2}$ .

С. А . Амбарцумяннинг аниқлаштирилган назарясини ушбу изланишга асос деб қабул қиламиз.



1-рasm

Икки қатламли комбинациялашган плита.

Биринчи қатламнинг кўчиши куйидаги кўринишда ифодаланади:

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

$$v^{(1)} = v_0 - \gamma \frac{\partial w}{\partial y} + \left(\frac{\gamma h^2}{8} - \frac{\gamma^3}{6}\right) \Phi_1 + \gamma \left(\frac{1}{2} - \frac{\gamma}{2h}\right) \frac{\tau_1}{G^{(1)}_{13}}. \quad (4)$$

Худди шундай иккинчи композит қатламнинг кўчиши:

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

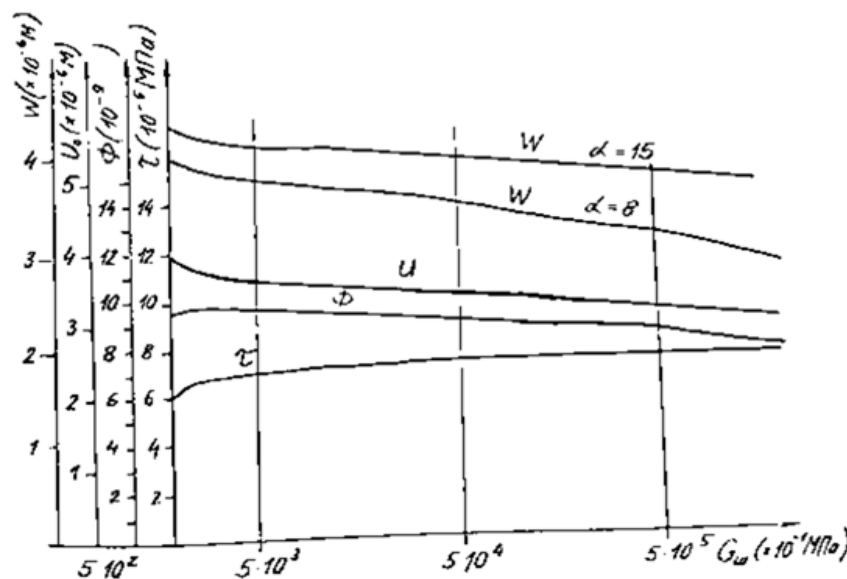
$$v^{(2)} = v_0 - \gamma_1 \frac{\partial w}{\partial y} + \gamma_1 \left(\frac{1}{2} - \frac{\gamma_1}{2\delta}\right) \frac{\tau_2}{G^{(2)}_{23}}. \quad (5)$$

Бу ерда  $u_0 = u_0(x, y)$ ,  $v_0 = v_0(x, y)$  – биринчи қатламнинг нейтрал ўқиға мос келадиган нуқтасининг кўчишлари.

Тангенциал силжишлар  $u^{(1)}, u^{(2)}, v^{(1)}, v^{(2)}$  – плитанинг исталган нуқтаси, формулалар (4), (5) классик назариядан фарқли ўларок, улар  $\gamma$ , иккинчи қатламда  $\gamma_1$ -га чизиқли боғлиқ. Бунинг сабаби қатламларнинг қалинлигидаги фарқ ва кучлироқ биринчи навбатда кўндаланг кесишни ҳисобга олишдир.

Логранжнинг вариацион принципага асосан эластик тузилмаларнинг потенциал энергиясини куйидаги кўринишда ифодалаймиз.

$$u = \frac{1}{2} \iiint (\sigma^{(1)}_x \varepsilon_x^{(1)} + \sigma^{(1)}_y \varepsilon_y^{(1)} + \tau^{(1)}_{xy} \varepsilon_{xy}^{(1)}) dx dy dz + \frac{1}{2} \iiint (\sigma^{(2)}_x \varepsilon_x^{(2)} + \sigma^{(2)}_y \varepsilon_y^{(2)} + \tau^{(2)}_{xy} \varepsilon_{xy}^{(2)}) dx dy dz + \frac{1}{2} \iiint (\tau_1 \varepsilon_{11} + \tau_2 \varepsilon_{23} - 2qw) ds. \quad (5)$$



2-расм

Эйлернинг вариацион тенгламасидан фойдаланиб, биз номаълумларга ( $w, u_0, v_0, \Phi_1, \Phi_2, \tau_1, \tau_2$ ) нисбатан тўртинчи даражали дифференциал тенгламалар тизимини ҳосил қиламиз.

Мисол тариқасида, шиша толали мустаҳкамловчи қатламли икки қатламли цилиндрсимон қобик куйидаги параметрлар билан ҳисоблаб чиқилган:

- шиша толали ва металл кесиш модуллари  $G_{12}^1 = 5.5 \cdot 10^3$  Мпа,

$G_{13}^1 = 4.2 \cdot 10^3$  Мпа,  $G_{23}^1 = 0.35 \cdot 10^3$  Мпа,  $G_{12}^2 = G_{13}^2 = G_{23}^2 = 7.87 \cdot 10^4$

Мпа;

- шиша толали ва металлнинг еластиклик модули

$E_1^{(1)} = 1.7 \cdot 10^4$  Мпа,  $E_2^{(1)} = 5.0 \cdot 10^3$  Мпа,  $E_1^{(2)} = E_2^{(2)} = 2.02 \cdot 10^5$  Мпа;

- ички босим  $q = 0.1$  Мпа;

- Металл ва шиша толанинг Пуассон нисбати

$\mu_{12}^{(2)} = \mu_{21}^{(2)} = 0.3$ ,  $\mu_{12}^{(1)} = \mu_{21}^{(1)} = 0.4$ ;

- қобик узунлиги  $\ell = 30$  см;

- шиша толали ва металл қатламнинг радиуси (2-расмга қаранг).

$R_n = 10.5$  см,  $R_M = 10.35$  см;

- металл қалинлиги  $h_M = 2.04$  мм;

- шиша толали қатлам қалинлиги  $\delta_n = 0.95$  мм;

- чок қалинлиги  $h_w = 10^{-2}$  см (0 дан 1 мм гача).

Чокларни кесиш модуллари  $G_{ш13}$  ва  $G_{ш23}$  1 дан ўзгарди  $5 \times 10^4$  Мпа. гача.

Ҳисоблаш натижалари (2-расмда) қатламлардаги кучланиш ўзгаришлари кўринишида кўрсатилган. Бунда кўчишлар, салқилик(W) ҳамда силжиш функцияларининг кучланганлик ва деформацияланганлик ҳолатларини ўзгаришлари кўрсатилган.

Қатламга нисбатан чок ( $G_{шik} < G_i^{(1)}, G_{шik} < G_i^{(2)}$ ), икки қаватли цилиндрсимон қобикларнинг кучланиш-деформация ҳолатига чок мос келишининг таъсири кўпроқ аниқланади. Чокнинг силжиш модулини ўн марта (50 дан 500 МПа гача) ошириш металлдаги кучланишни 4,8% га, мустаҳкамловчи (пўлатқатлам) да еса 8,5% га ўзгартиради. Чокнинг силжиш модули юқори бўлганда ( $G_{шik}$ ) иккинчи қатлам кучланиши  $\delta_\beta^{(2)}$  ни ўзгариши нисбатан кичик бўлади (0,1%).

### Фойдаланилган адабиётлар

1. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек Изд-во «Наука», гл.ред. Ф.М.Л., Москва, 1974г

2. Лобанов Д.С., Вильдеман В.Э., Бабин А.Д., Гринев М.А. Экспериментальное исследование влияния внешних воздействующих факторов и эксплуатационных загрязнений на работоспособность полимерных волокнистых композиционных материалов // Механика композитных материалов. — 2015. — Т. 51, № 1. — С. 97—108
3. Воблых В.А., Дусматов А.Д. Напряженно-деформированное состояние комбинированных плит и оболочек с учетом поперечного сдвига и податливости клеевого шва, Д:Строительство и архитектура, сер.8,вып7 М.1981г
4. Lobanov D. S., Vildeman V. E., Babin A. D., Grinev M. A. Experimental research into the effect of external actions and polluting environments on the serviceability of fiber-reinforced polymer composite materials // Mechanics of Composite Materials, — 2015 — Vol. 51 — No. 1 —pp. 69-76.
5. 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.
6. Дўсматов А.Д., Каримов Е.Х. Кесиш қаттиқлигини ҳисобга олган ҳолда уч қатламли бирлаштирилган плиталарнинг физик-механик хусусиятларини ўрганиш. " Саноатдаги композит материаллар " 29-Халқаро конференцияси материаллари , 2011 йил 6-11 июн, Ялта.(п445-446)
7. Sapozhnikov S. B., Ignatova A. V. Experimental and theoretical investigation of deformation and fracture of subcutaneous fat under compression // Mechanics of Composite Materials. —2013. — Vol. 48. — № 6. — P. 649-654
8. Shilova A.I., Wildemann V.E., Lobanov D.S. Researching damage mechanisms of carbon composites based on mechanical tests with monitoring acoustic emission // International Workshop on Failure of Heterogeneous Materials under Intensive Loading: Experiment and Multi-scale Modeling, Institute of Continuous Media Mechanics Ural Branch of Russian Academy of Sciences, 10-14 February 2014. —Perm, Russia. — pp. 62-63
9. Сергеевич Л. Д. Экспериментальные исследования деформационных и прочностных свойств полимерных композиционных материалов и панелей с наполнителем 2015 24-42
10. A.Dusmatov, Musayev Murodbek Xabibullo o'g'li. (2021). STRENGTH AND DEFORMATION CONDITIONS OF SLABS OF THE SECOND LAYER COMPOSITE MATERIALS. EURASIAN JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES, PHILOSOPHY AND CULTURE, 1(1), 9–14.