

**STRENGTH AND DEFORMATION CONDITIONS OF  
SLABS OF THE SECOND LAYER COMPOSITE  
MATERIALS**

**A.Dusmatov<sup>1</sup>, Musayev Murodbek Xabibullo o'g'li<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <sup>2</sup>M2-20 IOQ  
Masters

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5502118>

**ARTICLE INFO**

Received: 01<sup>st</sup> September 2021  
Accepted: 05<sup>th</sup> September 2021  
Online: 10<sup>th</sup> September 2021

**KEY WORDS**

*from metal and composite  
layers, of the layer, On the  
variational principle of  
logarithm*

**ABSTRACT**

*In this study, the tensile and deformation states of slabs  
consisting of metal or reinforced concrete layers with inner or outer  
layers covered with composite materials were investigated.*

**ИККИНЧИ ҚАТЛАМИ КОМПОЗИТ МАТЕРИАЛЛАРДАН ТАШКИЛ  
ТОПГАН ПЛИТАЛАРНИ МУСТАҲКАМЛИГИ ВА  
ДЕФОРМАЦИЯЛАНГАНЛИК ХОЛАТЛАРИ**

**А.Дусматов<sup>1</sup>, Мусаев Муродбек Хабибулло ўғли<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Texnika fanlari nomzodi, dotsent, <sup>2</sup>M2-20 ИОҚ магистранти

**МАҚОЛА ТАРИХИ**

Qabul qilindi: 01-sentabr 2021  
Ma'qullandi: 05-sentabr 2021  
Chop etildi: 10- sentabr 2021

**KALIT SO'ZLAR**

*metall va kompozit  
qatlamlardan, qatlamning,  
Logarifmning variatsion  
printsipi bo'yicha*

**ANNOTATSIYA**

*Ушбу изланишда ички ёки ташқи қатламлари  
композит материаллар билан ўралган металл ёки  
темирбетон қатламлардан ташкил топган  
плиталарнинг кучланганлик ва деформацияланган  
холатлари тадқиқ қилинган.*

Ўзбекистон Республикаси  
призидентиниг 7-феврал ПФ-4947  
фармонига биноан Ўзбекистон  
Республикасининг ривожланиш  
стратегиясида белгиланган долзарб  
илмий тадқиқотлар илмий

изланишларида янги, енгил  
конструкцион тузилмаларни яратиш ва  
уларни мустаҳкамлиги, бикрлиги ҳамда  
узоққа чидамлилигини таъминлаш  
борасидаги долзарб ишлар қаторига  
ушбу изланишни киритиш мумкин.



Охирги 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. Металл пластина ва қобиқлар, шунингдек айрим агрессив муҳитга ишловчи темирбетон плиталар ҳамда қурилиш тузилмалари маълумки кислота, ишқор каби агрессив муҳитларга чидамсиз бўлади яъни коррозияга учраш натижасида ўзининг мустаҳкамлигини ва узоққа чидамлилигини йўқотади. Қурилиш тузилмаларини композит қатлам билан ўралганда ва мустаҳкамланганда агрессив муҳитга чидамлилиги ортади. Комбинациалашган металл тузилмаларини юк кўтариш ва агрессив муҳитга бардош бериши қобилятлари бир қатламли металл тузилмаларга нисбатан анча юқори бўлади. Шундай қилиб, ташқи динамик ва статик юкларни бемалол кўтара оладиган мустаҳкам, узоққа чидамли ҳамда агрессив муҳитга чидамлик иқтисодий жихатдан самарадор тузилмаларни ҳосил қилиш 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 пайитда алоҳида эътибор қаратилган. Икки қатламли пластина ва қобиқларни Кирхгов-Ляв гипотезасига бўйсунди деб қабул қиламиз [2-4]. Ушбу ишда икки ва кўп қатламли тузилиаларни мустаҳкамлик, устиворлик, ҳамда деформацияланганлик ҳолатлари ҳамда пластиналар эгилиши кўриб чиқилган. [1] С.А. Амбарцуманнинг аниқлаштирилган назариясига асосан қуйидаги икки қатламли комбинациялашган плита хисобини кўриб чиқамиз.

Ушбу ишда металл ва композит қатламлардан иборат бўлган икки қатламли комбинациялашган плиталарнинг мустаҳкамлик ва деформацияланганлик ҳолатларини кўриб чиқамиз.

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

Биринчи ва иккинчи қатламларнинг қалинлиги плита бўйлаб доимий деб ҳисоблаймиз, биринчи қатлам иккинчисига нисбатан анча катта.

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

Биринчи юк кўтарувчи плита қатламинининг силжиш деформацияси

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

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

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

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

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

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 ;

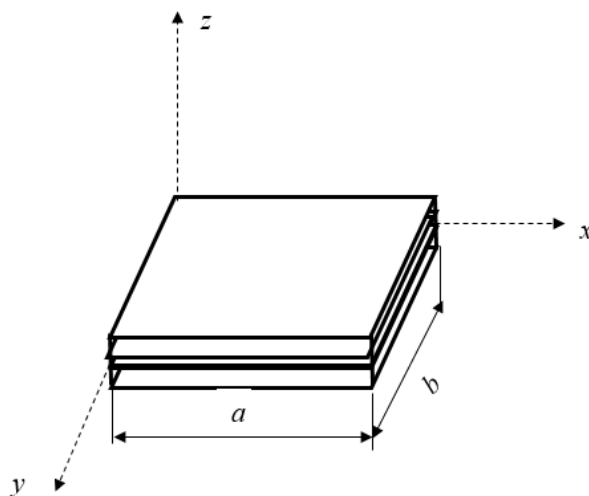
$G^{(1)}_{ik}, G^{(2)}_{ik}$  – биринчи ва иккинчи қатламларнинг силжиш модуллари ( $i=1,2; k=3$ ).

$\gamma$  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 назариясини ушбу изланишга асос деб қабул қиламиз.



Шакл.1

Икки қатламли комбинациялашган плита.

Композит биринчи қатламнинг кўчиши қуйидаги кўринишда ифодаланади:

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

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

Худди шундай иккинчи композит қатлам учун:

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



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

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 (3), (4) классик назариядан фарқли ўлароқ, улар  $\gamma$ , иккинчи қатламда  $\gamma_1$ -га чизиқли боғлиқ. Бунинг сабаби қатламларнинг

қалинлигидаги фарқ ва кучлироқ биринчи навбатда кўндаланг кесишни ҳисобга олишдир.

Логранжнинг вариацион принципига асосан эластик тузилмаларнинг потенциал энергиясини қуйидаги кўринишда ифодалаймиз.

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

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

Мисол сифатида металл ва композит қатламли плитани оламиз. Ўлчамдаги тўртбурчаклар бўлган

квадрат плитани кўриб чиқамиз  $a = b = 1.2$  м. Биринчи ва иккинчи қатламларнинг қалинликлари навбати билан  $h = 1.5 \times 10^{-2}$  м. Бирлаштирилган плиталарнинг эластик хусусиятлари ишларга мувофиқ олинади [3,4].  $\delta_n = 0.2$  см

$$E_1^{(1)} = 3.05 \cdot 10^4 \text{ МПа}; \quad E_2^{(1)} = 1.88 \cdot 10^4 \text{ МПа}; \quad \mu^{(1)} = 0.18;$$

$$E_1^{(2)} = E_2^{(2)} = 2.1 \times 10^5 \text{ МПа}; \quad \mu^{(2)} = 0.26;$$

$$G_{12}^{(1)} = 0.49 \cdot 10^4 \text{ МПа}; \quad G_{13}^{(1)} = 0.31 \cdot 10^4 \text{ МПа};$$

$$G_{23}^{(1)} = 0.35 \cdot 10^4 \text{ МПа}; \quad G_{ik}^{(2)} = 0.81 \cdot 10^5 \text{ МПа}; \quad q = 1.$$

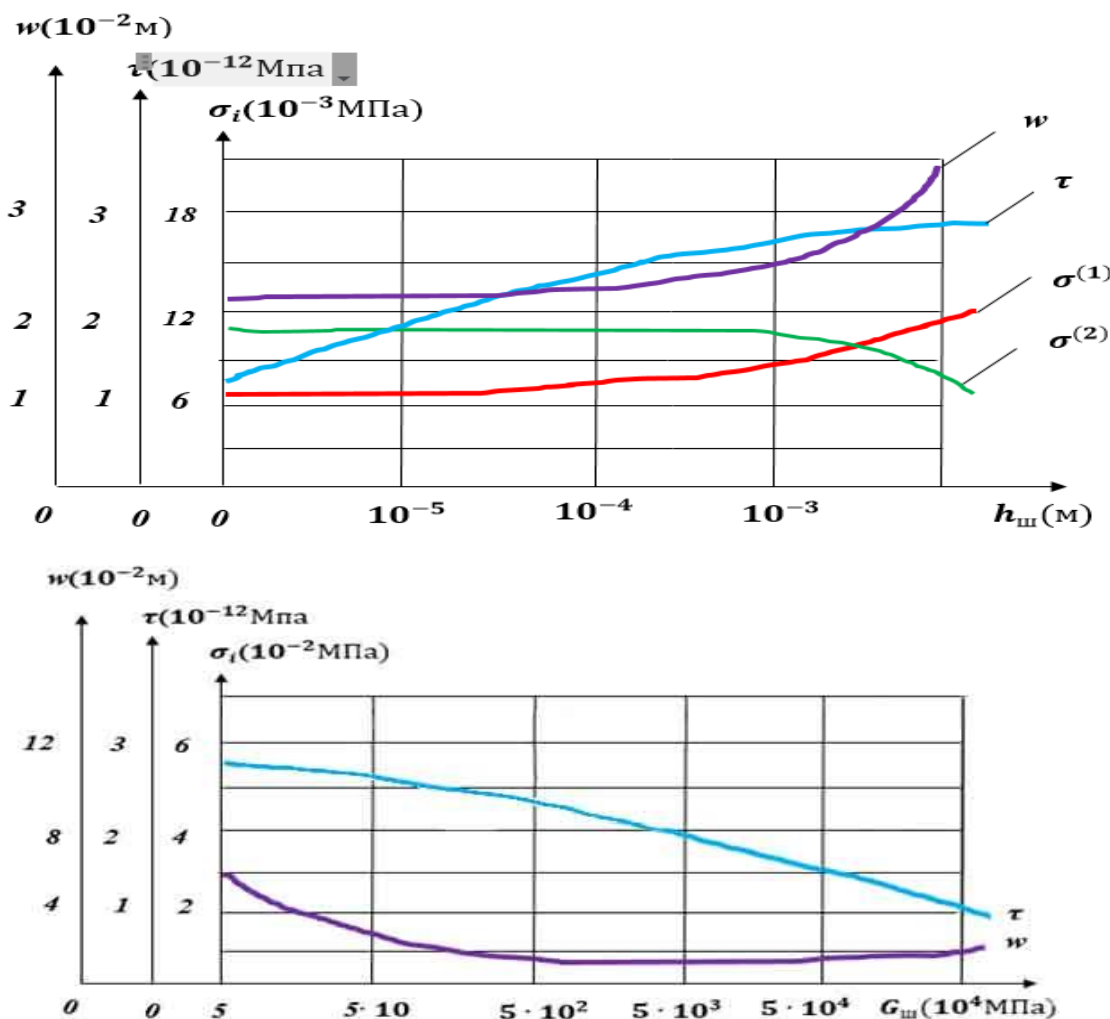
Изланишлар шуни кўрсатдики, агар ёпишқоқ қатламнинг (чокнинг) силжиш модули қатламларнинг силжиш модулидан сезиларли даражада кам бўлса, икки қатламли плиталарнинг мустаҳкамлиги ва деформациясига катта таъсир кўрсатади. (Шакл.3)

Агар чокнинг силжиш модулини  $5 \cdot 10^4$  Мпа дан  $5 \cdot 10^4$  Мпа гача оширсак, стеклопластик (композит) қатламни кучланишини ( $\sigma^{(2)}_x$ ) 4.45% (фоизга) камайиши кузатилган. Бунда металл қатламдаги кучланиш ( $\sigma^{(1)}_x$ ) эса, 10% (фоизга) ошганлиги аниқланди.



Эпоксид елимни олсак ( $G_{шик} = 0.5 \times 10^{-2}$  МПа), чокнинг силжиш модулини 10 баравар оширсак, шиша толали қатламдаги кучланишни камайтиради, яъни 4.45 % ( $\sigma^{(1)}$ ), ва металл қатламда уни 10% га оширади.

Ёпишқоқ қатлам қалинлигининг икки марта ўзгариши (( с  $h_{ш} = 10^{-4}$  до  $0.5 \times 10^{-4}$  м) шиша толалардаги кучланишга нисбатан 4,1% га ўзгартиради (2, 3-расмларга қаранг),  $x = 0.5a$ ,  $y = 0.5b$ .



3-расм

Шундай қилиб, плитанинг силжиш модули қанчалик катта бўлса, унинг ( $\sigma^{(1)}_x, \sigma^{(2)}_x$ ) кучланиш ҳолатига таъсири шунчалик кам бўлади..

Таҳлиллар шуни кўрсатдики, К-147 эпоксид елимидан ((  $G_{шик} = 0.5 \times 10^{-2}$  МПа) ёпиштирувчи қатлам қалинлиги 10 баравар дан  $10^{-4}$  гача  $10^{-3}$  мпа) ошгандаги. ) плитанинг салвилиги

10% га ошади. Чокнинг силжиш модули  $G_{шик}$  нинг катта қийматларида қатламлар кучланишига таъсир оз бўлади (1% дан кам).

Ички ва ташқи қатламлари композит материаллардан ташкил топган икки қатламли плиталарни мустаҳкамлиги, деформациялари текшириб чиқилганда изланишлар шуни кўрсатдики, силжиш



деформациясини ҳисобга олгандаги  
композит қатламли комбинациялашган  
қурилиш тузилмаларининг

мустаҳкамлиги ўртача 10-12% га  
ортганлиги аниқланди

### References:

1. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек Изд-во «Наука», гл.ред. Ф.М.Л, Москва, 1974г
2. Болотин В.В, Новичков Ю.Н. Механика многослойных конструкций. М.Машиностроение 1980г
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. Дусматов А.Д, Каримов Е.Х. Исследование физико-механических свойств трехслойных комбинированных пластин с учетом сдвиговых жесткостей. Материалы 29-Международной конференции "Композиционные материалы в промышленности" 6-11 июнь 2011г, г. Ялта.(с445-446)