

ИККИ ЎЛЧОВЛИ ТЕРМОЭЛАСТИК БОҒЛИҚ МАСАЛАНИ МАТЕМАТИК МОДЕЛИ ВА УНИНГ ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИ

Абдураимов Достонбек Эгамназар ўғли

Гулистон давлат университети катта ўқитувчиси

Нурқулов Жалолиддин Алишер ўғли

Гулистон давлат университети талабаси

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6891765>

Аннотация. Мақолада трансверсал изотроп жисмлар учун икки ўлчовли термоэластик боғлиқ масалани математик модели ва унинг дастурий таъминоти фойдаланиш масалалари кўриб чиқилган. Ушбу модел асосида тузилган алгоритм ва унинг дастурий таъминот асосида олинган натижаси келтирилган.

Калит сўзлар: композицион, конструкция, термоэластик, иссиқлик ўтказувчанлик, деформация, математик модел, динамик, тензор, квадрат пластина.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВУМЕРНОЙ ТЕОМОЭЛАСТИЧНОЙ СВЯЗНОЙ ЗАДАЧИ И ЕЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Аннотация. В статье рассматривается математическая модель двумерной задачи термоупругости для учебных трансверсально-изотропных тел и вопросы использования ее программного обеспечения.

Ключевые слова: композицион, конструкция, термоупругость, теплопроводность, деформация, математическая модель, динамика, тензор, квадратная пластина.

MATHEMATICAL MODEL OF A TWO-DIMENSIONAL THERMOELASTIC CONNECTED PROBLEM AND ITS SOFTWARE

Abstract. The article deals with the mathematical model of the two-dimensional thermoelastic problem for educational transversal isotropic bodies and the issues of using its software.

Keywords: composition, construction, thermoelastic, thermal conductivity, deformation, mathematical model, dynamic, tensor, square plate.

КИРИШ

Айни дамда кўпгина ишлаб чиқариш соҳаларида композицион материаллардан фойдаланиш замон талабига айланиб бормоқда. Конструкциялар ва улар элементларининг термоэластик ҳолатларини математик моделлаштириш ва сонли ечимларини аниқлаш долзарб муаммоларидандир. Композитцион материалларни математик моделлаш-тиришда материал бир жинсли ва анизотроп материал билан алмаштирилади. Термоэластик масалалар кўйилишига қараб боғлиқ ва боғлиқ бўлмаган чегаравий масалаларга ажралади. Умумий ҳолда боғлиқ масалада қаттиқ жисмнинг ҳаракат тенгламалари иссиқлик ўтказувчанлик тенгламалари билан биргаликда қаралади. Боғлиқ масалаларни математик моделларини ва уларни сонли ечиш алгоритмларини ўрганиш, олинган сонли натижаларга асосан янгидан-янги композицион материалларни таклиф этиш самолётсозлик, ракетасозлик, машинасозлик, автомобилсозлик, қурилиш, медицина ва ишлаб чиқаришнинг кўплаб бошқа соҳаларида катта фойда келтиради.

ТАДҚИҚОТ МАТЕРИАЛЛАРИ ВА МЕТОДОЛОГИЯСИ

Кўйида трансверсал изотроп жисмлар учун термоэластик масаланинг динамик боғлиқлигининг математик модели ва бу моделни сонли ечиш қаралади. Трансверсал

изотроп жисмлар учун боғлиқ динамик масаланинг икки ўлчовли ҳолда ҳаракат тенгламалари куйидагича:

$$C_{1111} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + (C_{1122} + C_{1212}) \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + C_{1212} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \beta_{11} \frac{\partial T}{\partial x} + X_1 = \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad (1)$$

$$C_{1212} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + (C_{1212} + C_{2211}) \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + C_{2222} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} - \beta_{22} \frac{\partial T}{\partial y} + X_2 = \rho \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \quad (2)$$

Трансверсал изотроп жисмлар учун иссиқлик тарқалиши тенгламаси:

$$\lambda_{11} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda_{22} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} - c_\varepsilon \frac{\partial T}{\partial t} - T(\beta_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t} + \beta_{22} \frac{\partial^2 v}{\partial y \partial t}) = 0 \quad (3)$$

(3) бу тенглама учун бошланғич шартлар куйидагича

$$u(x, y, t)|_{t=0} = \varphi_1, \quad \frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = \psi_1, \quad v(x, y, t)|_{t=0} = \varphi_2, \quad \frac{\partial v}{\partial t}|_{t=0} = \psi_2, \quad T(x, y, t)|_{t=0} = T_0 \quad (4)$$

ва чегаравий шартлар куйидагича бўлади

$$\begin{aligned} u(x, y, t)|_{x=0} = u_0; \quad u(x, y, t)|_{x=\ell_1} = \bar{u}_0; \quad u(x, y, t)|_{y=0} = u'_0; \quad u(x, y, t)|_{y=\ell_2} = \bar{u}'_0 \\ v(x, y, t)|_{x=0} = v_0; \quad v(x, y, t)|_{x=\ell_1} = \bar{v}_0; \quad v(x, y, t)|_{y=0} = v'_0; \quad v(x, y, t)|_{y=\ell_2} = \bar{v}'_0 \end{aligned} \quad (5)$$

$$T(x, y, t)|_{x=0} = T_1(t); \quad T(x, y, t)|_{x=\ell_1} = T_2(t); \quad T(x, y, t)|_{y=0} = T'_1(t); \quad T(x, y, t)|_{y=\ell_2} = T'_2(t)$$

Бу ерда: σ_{ij} -кучлар тензори, X_i -ҳажмий кучлар, C_{ijkl} - жисмни характерловчи параметрлари, ε_{ij} - деформатциялар тензори, β_{ij} - ҳажмий иссиқлик кенгайиши коэффициенти, δ_{ij} - Кронекер символи, бунда; $\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & i=j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$ c_ε - доимий темпратурада иссиқлик сиғим β_{ij} - иссиқлик кенгайиши тензори, λ_{ij} - иссиқлик қуюми тензори ва Коши муносабати, θ - темпратура, ρ - зичлиги, $t \geq 0$, $0 \leq x \leq l_1$, $0 \leq y \leq l_2$ да 3та: $x = ih_1$ ($i = \overline{0, k}$), $y = jh_2$ ($j = \overline{0, k}$), $t = n\tau$ ($n = \overline{0, 1, 2, \dots}$) параллел тўғри чизиқлар оиласини қуриб (1)-(3) тенгламаларни турли муносабатларда уларнинг ҳосилаларига алмаштираемиз.

$$\begin{aligned} C_{1111} \frac{u_{i+1,j}^n - 2u_{i,j}^n + u_{i-1,j}^n}{h_1^2} + (C_{1122} + C_{1212}) \frac{v_{i+1,j+1}^n - v_{i-1,j+1}^n - v_{i+1,j-1}^n + v_{i-1,j-1}^n}{4h_1 h_2} + \\ + C_{1212} \frac{u_{i,j+1}^n - 2u_{i,j}^n + u_{i,j-1}^n}{h_2^2} - \beta_{11} \frac{T_{i+1,j}^n - T_{i-1,j}^n}{2h_1} = \rho \frac{u_{i,j}^{n+1} - 2u_{i,j}^n + u_{i,j}^{n-1}}{\tau^2} \end{aligned} \quad (6)$$

$$C_{2222} \frac{v_{i,j+1}^n + 2v_{i,j}^n + v_{i,j-1}^n}{h_2^2} + (C_{1212} + C_{2211}) \frac{u_{i+1,j+1}^n - u_{i-1,j+1}^n - u_{i+1,j-1}^n + u_{i-1,j-1}^n}{4h_1h_2} +$$

$$+ C_{1212} \frac{v_{i+1,j}^n - 2v_{i,j}^n + v_{i-1,j}^n}{h_1^2} - \beta_{22} \frac{T_{i,j-1}^n - T_{i,j-1}^n}{2h_2} = \rho \frac{v_{i,j}^{n+1} - 2v_{i,j}^n + v_{i,j}^{n+1}}{\tau^2} \quad (7)$$

$$\lambda_{11} \frac{T_{i+1,j}^n - 2T_{i,j}^n + T_{i-1,j}^n}{h_1^2} + \lambda_{22} \frac{T_{i,j+1}^n - 2T_{i,j}^n + T_{i,j-1}^n}{h_2^2} - c_\varepsilon \frac{T_{i,j}^{n+1} - T_{i,j}^n}{\tau} -$$

$$- T_0 \left(\beta_{11} \frac{u_{i+1,j}^{n+1} - u_{i-1,j}^{n+1} - u_{i+1,j}^{n-1} + u_{i-1,j}^{n-1}}{4h_1\tau} + \beta_{22} \frac{v_{i,j+1}^{n+1} - v_{i,j-1}^{n+1} - v_{i,j+1}^{n-1} + v_{i,j-1}^{n-1}}{4h_2\tau} \right) = 0 \quad (8)$$

Юқоридаги (6)-(7) ва (8) - тенгламалардан $u_{i,j}^{n+1}$, $v_{i,j}^{n+1}$, $T_{i,j}^{n+1}$ ларни топамиз.

$$u_{i,j}^{n+1} = \frac{\tau^2}{\rho} \left(C_{1111} \frac{u_{i+1,j}^n - 2u_{i,j}^n + u_{i-1,j}^n}{h_1^2} + (C_{1122} + C_{1212}) \frac{v_{i+1,j+1}^n - v_{i-1,j+1}^n - v_{i+1,j-1}^n + v_{i-1,j-1}^n}{4h_1h_2} + \right.$$

$$\left. + C_{1212} \frac{u_{i+1,j}^n - 2u_{i,j}^n + u_{i-1,j}^n}{h_2^2} - \beta_{11} \frac{T_{i+1,j}^n - T_{i-1,j}^n}{2h_1} \right) + 2u_{i,j}^n - u_{i,j}^{n-1} \quad (9)$$

$$v_{i,j}^{n+1} = \frac{\tau^2}{\rho} \left(C_{2222} \frac{v_{i,j+1}^n + 2v_{i,j}^n + v_{i,j-1}^n}{h_2^2} + (C_{1212} + C_{2211}) \frac{u_{i+1,j+1}^n - u_{i-1,j+1}^n - u_{i+1,j-1}^n + u_{i-1,j-1}^n}{4h_1h_2} + \right.$$

$$\left. + C_{1212} \frac{v_{i+1,j}^n - 2v_{i,j}^n + v_{i-1,j}^n}{h_1^2} - \beta_{22} \frac{T_{i,j-1}^n - T_{i,j-1}^n}{2h_2} \right) + 2v_{i,j}^n - v_{i,j}^{n-1} \quad (10)$$

$$T_{i,j}^{n+1} = \frac{\tau}{c_\varepsilon} \left(\lambda_{11} \frac{T_{i+1,j}^n - 2T_{i,j}^n + T_{i-1,j}^n}{h_1^2} + \lambda_{22} \frac{T_{i,j+1}^n - 2T_{i,j}^n + T_{i,j-1}^n}{h_2^2} - \right.$$

$$\left. - T_0 \left(\beta_{11} \frac{u_{i+1,j}^{n+1} - u_{i-1,j}^{n+1} - u_{i+1,j}^{n-1} + u_{i-1,j}^{n-1}}{4h_1\tau} + \beta_{22} \frac{v_{i,j+1}^{n+1} - v_{i,j-1}^{n+1} - v_{i,j+1}^{n-1} + v_{i,j-1}^{n-1}}{4h_2\tau} \right) \right) + T_{i,j}^n \quad (11)$$

(9)-(11) тенгламалар t^{n+1} қатламда $u(x, y, t)$, $v(x, y, t)$, $T(x, y, t)$ функцияларнинг қийматларини топишга имкон беради, агар олдинги 2 та қатламнинг қиймати маълум бўлса, 2 та бошланғич қатламлардаги ($n = 0$ $\hat{a} \hat{a}$ $n = 1$) бошланғич шартлардан $u(x, y, t)$ ва $v(x, y, t)$ функцияларнинг қийматини топамиз, $T(x, y, t)$ функциянинг қийматини эса 1-қатламда (11) муносабатдаги аралаш хосилани бошқа муносабатга алмаштириш орқали топамиз.

$$u_{i,j}^1 = \frac{\tau^2}{\rho} \left(C_{1111} \frac{u_{i+1,j}^0 - 2u_{i,j}^0 + u_{i-1,j}^0}{h_1^2} + (C_{1122} + C_{1212}) \frac{v_{i+1,j+1}^0 - v_{i-1,j+1}^0 - v_{i+1,j-1}^0 + v_{i-1,j-1}^0}{4h_1h_2} + \right.$$

$$\left. + C_{1212} \frac{u_{i+1,j}^0 - 2u_{i,j}^0 + u_{i-1,j}^0}{h_2^2} - \beta_{11} \frac{T_{i+1,j}^0 - T_{i-1,j}^0}{2h_1} \right) + 2u_{i,j}^0 - u_{i,j}^{-1} \quad (12)$$

$$v_{i,j}^1 = \frac{\tau^2}{\rho} (C_{2222} \frac{v_{i,j+1}^0 + 2v_{i,j}^0 + v_{i,j-1}^0}{h_2^2} + (C_{1212} + C_{2211}) \frac{u_{i+1,j+1}^0 - u_{i-1,j+1}^0 - u_{i+1,j-1}^0 + u_{i-1,j-1}^0}{4h_1h_2} + C_{1212} \frac{v_{i+1,j}^0 - 2v_{i,j}^0 + v_{i-1,j}^0}{h_1^2} - \beta_{22} \frac{T_{i,j-1}^0 - T_{i,j+1}^0}{2h_2}) + 2v_{i,j}^0 - v_{i,j}^1 \quad (13)$$

$$T_{i,j}^1 = \frac{\tau}{c_\varepsilon} (\lambda_{11} \frac{T_{i+1,j}^0 - 2T_{i,j}^0 + T_{i-1,j}^0}{h_1^2} + \lambda_{22} \frac{T_{i,j+1}^0 - 2T_{i,j}^0 + T_{i,j-1}^0}{h_2^2} - T_0 (\beta_{11} \frac{u_{i+1,j}^1 - u_{i-1,j}^1 - u_{i+1,j}^{-1} + u_{i-1,j}^{-1}}{4h_1\tau} + \beta_{22} \frac{v_{i,j+1}^1 - v_{i,j-1}^1 - v_{i,j+1}^{-1} + v_{i,j-1}^{-1}}{4h_2\tau})) + T_{i,j}^0 \quad (14)$$

(6) тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$a_i u_{i+1,j}^{n+1} + b_i u_{i,j}^{n+1} + c_i u_{i-1,j}^{n+1} = f_i \quad (15)$$

бунда $a_i = \frac{C_{1111}}{h_1^2}$, $b_i = -2(\frac{C_{1111}}{h_1^2} + \frac{\rho}{\tau^2})$, $c_i = \frac{C_{1111}}{h_1^2}$ ва

$$f_i = \rho \frac{-2u_{i,j}^n + u_{i,j}^{n-1}}{\tau^2} - (C_{1122} + C_{1212}) \frac{v_{i+1,j+1}^n - v_{i-1,j+1}^n - v_{i+1,j-1}^n + v_{i-1,j-1}^n}{4h_1h_2} - C_{1212} \frac{u_{i,j+1}^n - 2u_{i,j}^n + u_{i,j-1}^n}{h_2^2} + \beta_{11} \frac{T_{i+1,j}^n - T_{i-1,j}^n}{2h_1}$$

(7)-тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$a_i v_{i+1,j}^{n+1} + b_i v_{i,j}^{n+1} + c_i v_{i-1,j}^{n+1} = f_i \quad (16)$$

Бунда $a_i = \frac{C_{1111}}{h_1^2}$, $b_i = -2(\frac{C_{1111}}{h_1^2} + \frac{\rho}{\tau^2})$, $c_i = \frac{C_{1111}}{h_1^2}$ ва

$$f_i = \rho \frac{2v_{i,j}^n + v_{i,j}^{n-1}}{\tau^2} - (C_{1122} + C_{1212}) \frac{u_{i+1,j+1}^n - u_{i-1,j+1}^n - u_{i+1,j-1}^n + u_{i-1,j-1}^n}{4h_1h_2} + C_{1212} \frac{v_{i+1,j}^n - 2v_{i,j}^n + v_{i-1,j}^n}{h_2^2} + \beta_{22} \frac{T_{i,j-1}^n - T_{i,j+1}^n}{2h_1}$$

(8)-тенгламани эса қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$a_i T_{i+1,j}^{n+1} + b_i T_{i,j}^{n+1} + c_i T_{i-1,j}^{n+1} = f_i \quad (17)$$

Бунда $a_i = \frac{\lambda_0}{h_1^2}$, $b_i = -\frac{2\lambda_0}{h_1^2} - \frac{C_\varepsilon}{\tau}$, $c_i = \frac{\lambda_0}{h_1^2}$ ва

$$f_i = \lambda_{22} \frac{T_{i,j+1}^n - 2T_{i,j}^n + T_{i,j-1}^n}{h_2^2} - \lambda_{11} \frac{T_{i+1,j}^n - 2T_{i,j}^n + T_{i-1,j}^n}{h_1^2} - T_0 \left(\beta_{11} \frac{u_{i+1,j}^{n+1} - u_{i-1,j}^{n+1} - u_{i+1,j}^{n-1} + u_{i-1,j}^{n-1}}{4h_1\tau} + \beta_{22} \frac{v_{i,j+1}^{n+1} - v_{i,j-1}^{n+1} - v_{i,j+1}^{n-1} + v_{i,j-1}^{n-1}}{4h_2\tau} \right) - C_\epsilon \frac{T_{i,j}^{n+1} - T_{i,j}^n}{\tau}$$

(15)-тенгламани $u(x, y, t)|_{x=\ell_1} = u_0, u(x, y, t)|_{x=\ell_1} = \bar{u}_0$, чегаравий шартлар билан, (16)-тенгламани $v(x, y, t)|_{x=0} = v_0, v(x, y, t)|_{x=\ell_1} = \bar{v}_0$ чегаравий шартлар билан (17)-тенгламани $T(x, y, t)|_{x=0} = T_1(t), T(x, y, t)|_{x=0} = T_2(t)$ чегаравий шартлар билан бирга, тўрлар методи билан ечилган.

ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ

Киритилувчи константалар: **Lyambda11, Lyambda22** - Иссиқлик қуюми тензорлари; **Betta11, Betta22** - Биринчи ва иккинчи ҳаракат тенгламасидаги ҳажмий иссиқлик кенгайиши коэффициентлари; **C1111, C1122, C1212, C2222** - жисмни характерловчи параметрлари; **Ro** – Жисм зичлиги; **Cε** – Доимий температурадаги иссиқлик сифими; **T0** – Жисмга қўйиладиган температураси; **h1** - X ўқи бўйича тугун нуқталар орасидаги баландлик. **h2** - Y ўқи бўйича тугун нуқталар орасидаги баландлик; **tao** - Қаламларнинг вақт оралиғи; **n** - Қадамлар сони.

Lyambda11 - 0.5, Lyambda22 - 0.3, Betta11 - 0.05, Betta22 - 0.09, C1111 - 0.75, C1122 - 0.91, C1212 - 0.9, C2222 - 0.89, Ro - 1.1, Cε - 3.4, T0 - 5, h1 - 0.1, h2 - 0.1, tao - 0.01, n - 10.

МУҲОКАМА

U, V, T ларнинг икки ўлчовли квадрат пластинадаги ўзгариш холатини қуйидагича кўришимиз мумкин. Бунда киритилган ўзгармас сонлар асосида қуйидаги натижаларни оламиз:

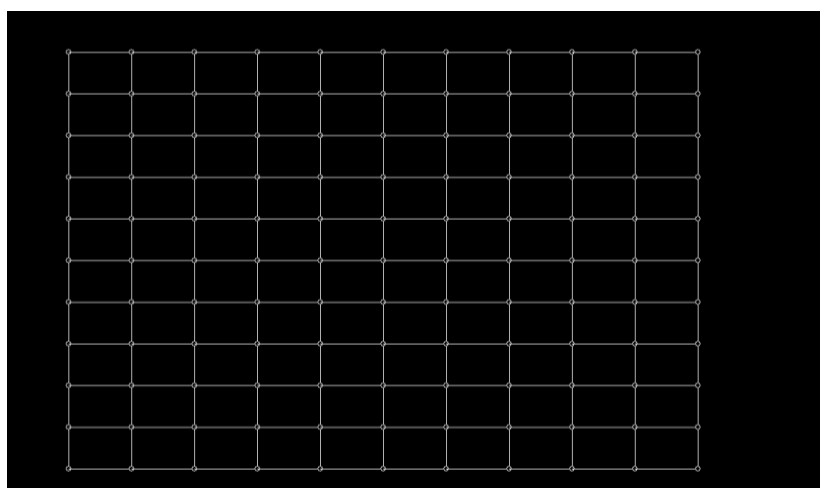
ANIQ YECHIM										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,101126368	0,185684113	0,252046359	0,293794033	0,306812010	0,289827282	0,244466566	0,175102028	0,089235882	0
0	0,185716123	0,347549633	0,475361001	0,556720139	0,583638414	0,553483529	0,469170091	0,338856295	0,176014518	0
0	0,252108725	0,475393673	0,652158397	0,765182110	0,803379764	0,763016067	0,648003933	0,469500570	0,245683689	0
0	0,293854492	0,556752805	0,765182107	0,898817978	0,944559730	0,897934346	0,763467060	0,554216581	0,291357754	0
0	0,306870364	0,583671075	0,803379761	0,944559730	0,993372560	0,945044918	0,804268499	0,584719229	0,308571029	0
0	0,289883532	0,553516185	0,763016064	0,897934346	0,945044918	0,899740908	0,766418336	0,558025705	0,295640259	0
0	0,244554278	0,469236937	0,648038125	0,763501255	0,804302694	0,766452530	0,653617883	0,476747171	0,253830760	0
0	0,175317995	0,339074559	0,469689119	0,554406119	0,584908540	0,558213598	0,476897556	0,348830372	0,187227178	0
0	0,088738177	0,175702262	0,245366322	0,291036899	0,308247329	0,295314697	0,253503743	0,186880572	0,102176276	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1-расм. Aniq yechim ning jadvaldagi кўриниши

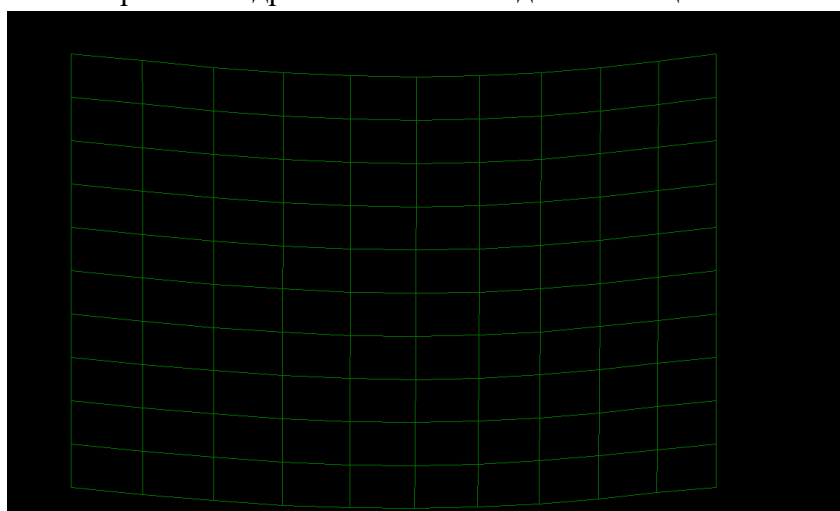
TAQRIBIY YECHIM										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,105549970	0,188964923	0,253809616	0,293853265	0,305197493	0,286732940	0,240245674	0,170251471	0,083279559	0

0	0,188685799	0,349034689	0,475102889	0,554717880	0,580094652	0,548751650	0,463753731	0,333382823	0,170400800	0
0	0,253491026	0,475047234	0,650036831	0,761460485	0,798422663	0,757308887	0,642139591	0,464172251	0,240747894	0
0	0,293544309	0,554667643	0,761468760	0,893806578	0,938740337	0,891876030	0,757796443	0,549611962	0,287572033	0
0	0,304898947	0,580054542	0,798444389	0,938755246	0,987266580	0,939234536	0,799356105	0,581312559	0,306275057	0
0	0,286437936	0,548718727	0,757341270	0,891904370	0,939249425	0,894746628	0,762747868	0,556167422	0,295027770	0
0	0,239960051	0,463717276	0,642171625	0,757828238	0,799377211	0,762755530	0,651544417	0,476628994	0,254928568	0
0	0,169322758	0,332610087	0,463427334	0,548868133	0,580558519	0,555399514	0,475870870	0,349754743	0,189691914	0
0	0,084483256	0,171263843	0,241609536	0,288427854	0,307122398	0,295865076	0,255776242	0,190787565	0,106473675	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

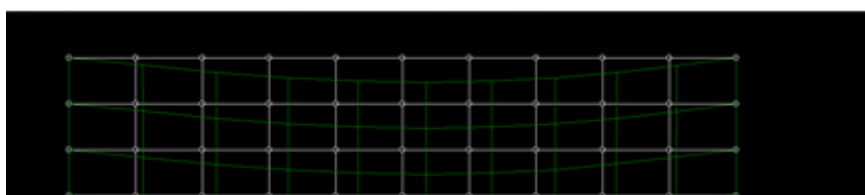
2-расм. Taqribiy yechim ning jadvaldagi kўриниши
1, 2-расмларда келтирилган натижалар асосида куйидаги график кўринишдаги натижаларни оламиз.

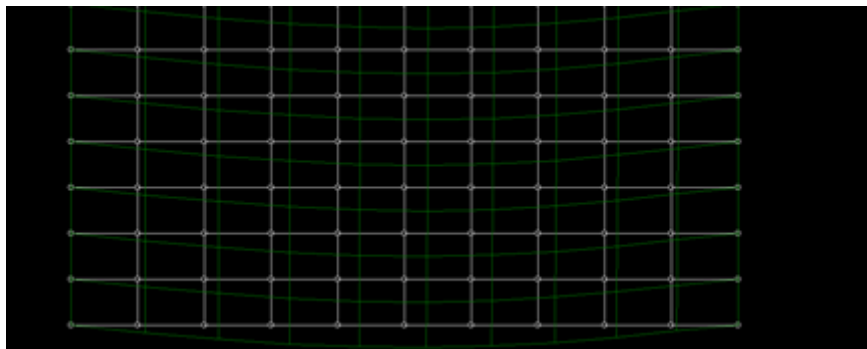


3-расм. Квадрат пластинанинг дастлабки ҳолати.



4-расм. Квадрат пластинанинг U,V бўйича силжиш ҳолати.





5-расм. Квадрат пластинани температура таъсир қилгандаги ҳолати билан солиштириш.

ХУЛОСА

Хулоса қилиб айтганда амалиётда учрайдиган кўплаб масалаларни математик моделлари термоэластик ёки термопластик боғлиқ ва боғлиқ бўлмаган масалаларни ўрганишга келтирилади, келгуси мақолаларимни боғлиқ масалаларга қўшимча ташқи таъсирлар орқали унинг ҳолатини ўзгаришини, уларни сонли ечиш усуларини ўрганиш ва бу масалаларнинг дастурий таъминотини яратиш билан давом эттираман.

REFERENCES

1. Победря Б.Е. Численные методы в теории упругости и пластичности.-М.: МГУ, 1996. – 343 с.
2. Халджигитов А.А., Каландаров А.А., Абдураимов Д.Э. Численное решение динамической краевой задачи теории упругости для ортотропных тел // Инновацион ва замонавий ахборот технологияларини таълим, фан ва бошқарув соҳаларида қўллаш истикболлари халқаро конференцияси материаллари 2020 йил 14-15 май, 548-551 бетлар.
3. Абдураимов, Достонбек Эгамназар Ўғли, Малика Норкуловна Норматова, and Рената Фидановна Монасипова. "ЛИБМАН ТИПИДАГИ ИТЕРАЦИН УСУЛНИ ЭЛАСТИКЛИК НАЗАРИЯСИ МАСАЛАСИГА ҚЎЛЛАШНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛИ." *Science and Education* 2.1 (2021): 15-20.
4. Абдураимов Д. Э. Ў., Адиллов А. Н., Турдиев А. П. Ў. АНИЗОТРОП ВА ИЗОТРОП ЖИСМЛАР УЧУН ТЕРМОЭЛАСТИК БОҒЛИҚ МАСАЛАНИНГ ИККИ ЎЛЧОВЛИ ҲОЛАТДАГИ МАТЕМАТИК МОДЕЛИ //Scientific progress. – 2021. – Т. 1. – №. 5. – С. 449-453.
5. Нуркулов Ж. А. Ў. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ПРОТОКОЛАМ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ //Science and innovation. – 2022. – Т. 1. – №. А3. – С. 158-163.
6. Культин Н.Б. С++Builder в задачах и примерах.-СПб.: БХВ-Петербург, 2005.-336 с.