

**Естай Ғ.**, академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, математика және ақпараттық технологиялар факультеті, Мех-409 тобы, студент  
 (Ғылыми жетекшілері – магистр, аға оқытушы Нурланова Б.М., магистр, оқытушы Асетова Л.С.)

### ЖАҚТАРЫ ҚАТТЫ БЕКІТІЛГЕН СЕРПІМДІ ПЛАСТИНАНЫҢ ИЛҮІ

Жақтары қатты бекітілген серпімді пластинаны координаттық жүйеде қарастырамыз (1 сурет). Оған бірқалыпты таралған жүктеме қарқындылығы  $q_0$  әсер ететін болсын. Есептеуді бірқалыпты таралған жүктеме әсер еткендегі серпімді-көнгіш бекітілген пластинаның иілуі теориясының негізінде келтірілген алгоритмді пайдалану арқылы жүргіземіз [1, б. 70]. Бұл әдісті MathCAD программасы бойынша жүзеге асырамыз.

Берілгені:  $l_1 = 1, l_2 = 1, a_1 = 1, b_1 = 1, a_2 = 2, b_2 = 2, h = \frac{1}{2}, E_0 = 2 \cdot 10^5, \nu = \frac{1}{4}, q_0 = 1$ .

Пластинаның өлшемсіз майысу функцияларын есептейміз:

$$f(x, y) = X(x) \cdot Y(y), X(x) = \frac{1}{24}(x^4 - 2x^3 + x^2), Y(y) = \frac{1}{24}(y^4 - 2y^3 + y^2).$$

Майысу параметрлерімізге түрде анықталады:

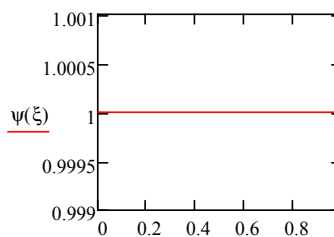
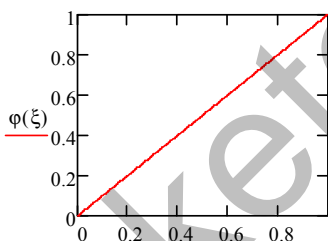
$$m = \frac{l_1}{l_2} = 1, I_1 = \frac{1}{120}; I_2 = 0; J_1 = \frac{1}{720}; J_2 = 0; \alpha = \frac{1}{\frac{1}{m^2} \cdot J_1 + 2 \cdot I_2 \cdot J_2 + m^2 \cdot I_1} = 360.$$

Пластинаның цилиндрлік қатаңдығы:

$$D_0 = \frac{E_0 \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)} = \frac{20000}{9}.$$

$\varphi(\xi) = \xi$  – серпімді материалға сәйкес келетін заң;

$\psi(\xi) = 1$  – материал модулінің өзгеру заңы.



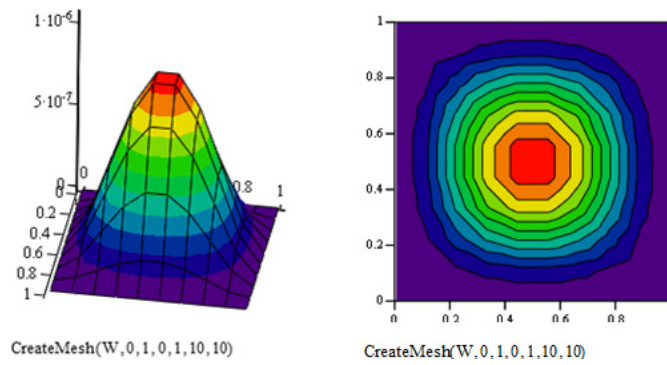
Сурет 1 Кернеудің және материал модулінің функцияларының өзгеру заңдары

Кернеу және материал модулінің функциясының өзгеру заңдарының мәндерін аламыз (1 кесте).

Кесте 1 – Кернеу және материал модулінің функциясының өзгеру заңдарының мәндері

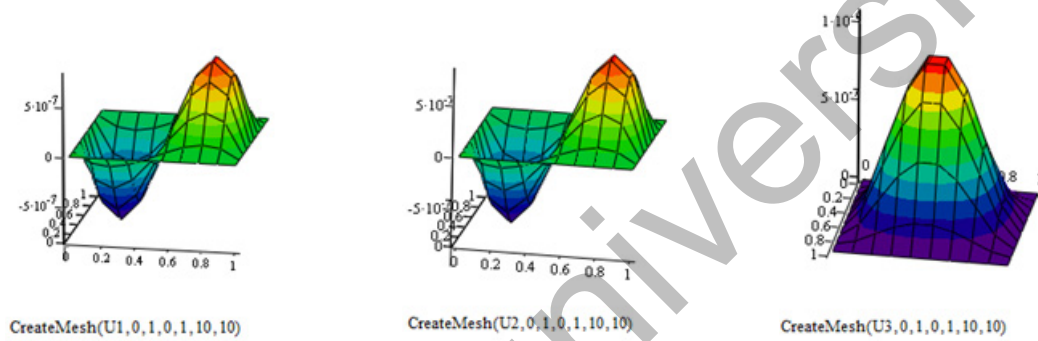
$\xi$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
$\varphi(\xi)$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
$\psi(\xi)$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Пластинаның өлшемсіз майысу функцияларын қолдана отырып,  $W(x, y, \xi)$  үлкен майысу функциясын келесі түрде анықтаймыз (2 сурет):



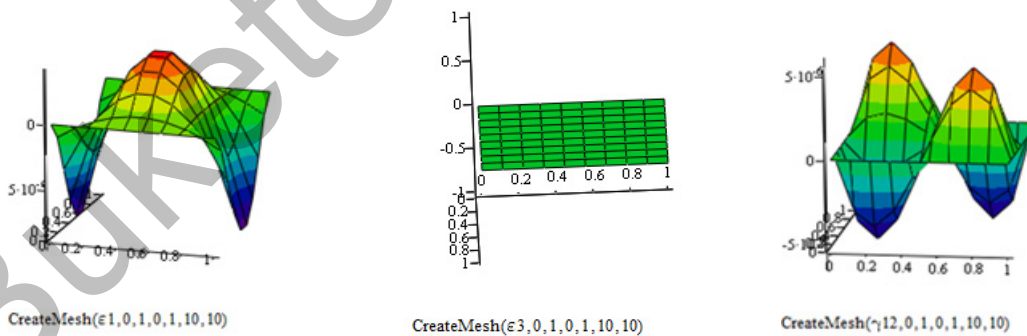
Сурет 2 – Майысу функциясы

Майысу функциясын пайдаланып, жылжулар компоненттерін табамыз және  $z = 0,5; \xi = 1$  болғандағы эпюралары келесі түрде болады (3 сурет):



Сурет 3 – Жылжулар компоненттері

Жылжулар компоненттерін пайдалана отырып, деформация компоненттерін формулалары бойынша анықтаймыз және  $z = \frac{1}{2}$  болғандағы эпюраларын тұрғызамыз (4 сурет):

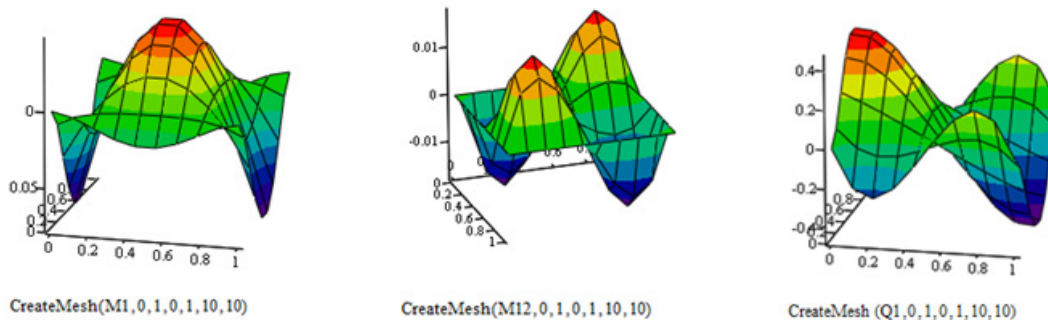


Сурет 4 – Деформация компоненттері

Ішкі күштер мен сыртқы жүктемені есептейміз (5 сурет):

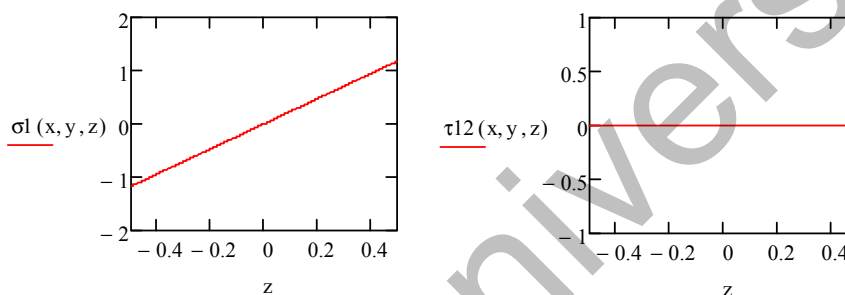
$$\bar{E}(\xi) = \bar{E}_0 \cdot \psi(\xi) = \frac{640000}{3}; \bar{E}_0 = \frac{E_0}{1-\nu^2} = \frac{640000}{3}; D(\xi) = \frac{\bar{E}(\xi) \cdot h^3}{12} = \frac{20000}{9};$$

$$PU(x, y) = 1; q(x, y) = q_0 \cdot PU(x, y) = 1.$$



Сурет 5 – Иілу, бұралу моменттері және ішкі күш

Анықталған ішкі күштерді пайдалана отырып, кернеулер компоненттерін анықтаймыз.  $x = 0.5$ ,  $y = 0.5$  және  $z = -0.5, 0.4 \dots 0.5$  болғандағы кернеулерінің эпюралары мына түрде бейнеленеді (6 сурет):



Сурет 6 – Кернеулер

Сонымен, пластинаның таралу функцияларының мәндерін аламыз (2 кесте).

Кесте 2 – Пластинаның таралу функцияларының мәндері

$W(x, y, \xi)$	$U_1(x, y, z, \xi)$	$\varepsilon_1(x, y, z)$	$M_1(x, y)$	$M_{12}(x, y)$	$Q_1(x, y)$	$\sigma_1(x, y, z)$
0	0	$-1.758 \cdot 10^{-4}$	-0.02	0	0.469	-0.469
$1.424 \cdot 10^{-6}$	$-1.266 \cdot 10^{-5}$	$-8.086 \cdot 10^{-5}$	$-3.922 \cdot 10^{-3}$	-0.013	0.465	-0.094
$4.5 \cdot 10^{-6}$	$-1.687 \cdot 10^{-5}$	$-7.031 \cdot 10^{-6}$	0.015	-0.017	0.401	0.365
$7.752 \cdot 10^{-6}$	$-1.477 \cdot 10^{-5}$	$4.57 \cdot 10^{-5}$	0.033	-0.015	0.292	0.783
$1.013 \cdot 10^{-6}$	$-8.437 \cdot 10^{-6}$	$7.734 \cdot 10^{-5}$	0.045	$-8.437 \cdot 10^{-3}$	0.154	1.07
$1.099 \cdot 10^{-6}$	0	$8.789 \cdot 10^{-5}$	0.049	0	0	1.172
$1.013 \cdot 10^{-6}$	$8.437 \cdot 10^{-6}$	$7.734 \cdot 10^{-5}$	0.045	$-8.437 \cdot 10^{-3}$	-0.154	1.07
$7.752 \cdot 10^{-6}$	$1.477 \cdot 10^{-5}$	$4.57 \cdot 10^{-5}$	0.033	0.015	-0.292	0.783
$4.5 \cdot 10^{-6}$	$1.687 \cdot 10^{-5}$	$-7.031 \cdot 10^{-6}$	0.015	0.017	-0.401	0.365
$1.424 \cdot 10^{-6}$	$1.266 \cdot 10^{-5}$	$-8.086 \cdot 10^{-5}$	$-3.922 \cdot 10^{-3}$	0.013	-0.465	-0.094
0	0	$-1.758 \cdot 10^{-4}$	-0.02	0	-0.469	-0.469

Әдебиеттер:

1 Тұрсынов К.А. Тікбұрышты пластинаның иілуі. // ҚарМУ хабаршысы. Математика сериясы. - 2001. №4.- Б.70.