

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Складення розрахункової схеми та завдання початкових даних програми „ЛПРА” для розрахунку плоских перекриттів та просторових блоків покриттів «РОЗРАХУНОК ПЛОСКИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПЕРЕКРИТТЯ І ПРОСТОРОВИХ БЛОКІВ ПОКРИТТЯ»

В наданих методичних вказівках для самостійного вирішення приводяться задачі наступних типів:

- 1) Плоскі залізобетонні монолітні перекриття;
- 2) Плоскі металеві балочні клітки робочих майданчиків;
- 3) Просторові шарнірно-стержневі металеві блоки покриття, у т. ч. типу «структура»;
- 4) Довгі циліндричні залізобетонні оболонки.

Загальною рекомендацією при створенні розрахункової схеми є те, що для обумовленості матриці канонічних рівнянь слід уникати великої різниці сторін кінцевого елемента плитної частини системи. Відношення розмірів сторін прямокутника не повинно перевищувати 1,5:1.

Розглянемо особливості вирішення задач наведених типів.

1) Монолітні перекриття.

Такі задачі вирішуються по 3 признаку системи. Система розташовується в площині XOY, і кожен вузол системи має три ступені волі: лінійне переміщення уздовж вісі Z та повороти навколо вісей X і Y.

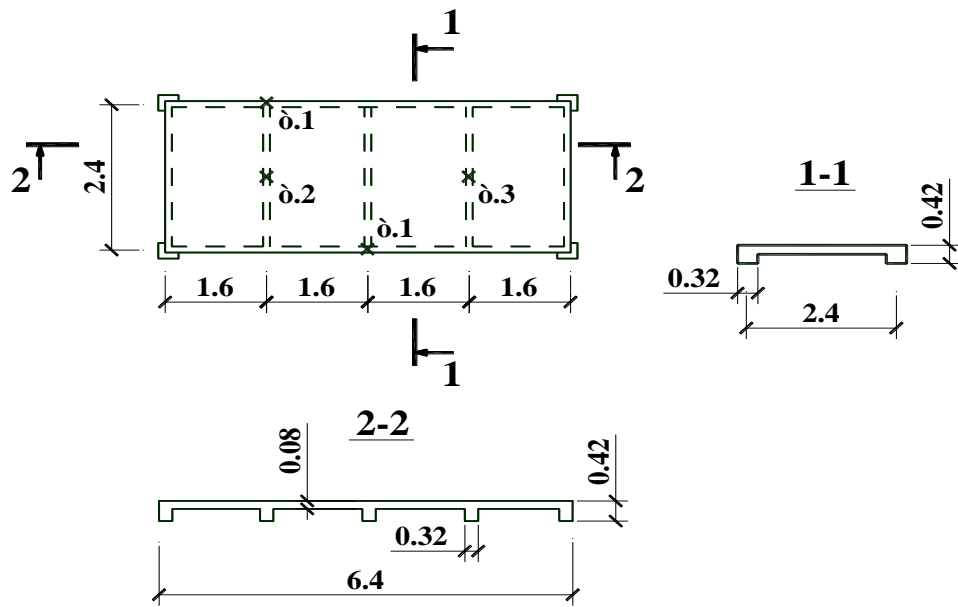
В задачах такого типу використовується кінцевий елемент типу 3 – стержень балочного розтертку, який моделює роботу поперечних і поздовжніх ребер жорсткості монолітного перекриття. Плитна частина моделюється за допомогою кінцевого елемента типу 11 – прямокутний кінцевий елемент плити.

В «Жорсткісних характеристиках» для елементів типу 3 задаються геометричні розміри перетину, а для елементів типу 11 необхідно задавати три параметра: модуль деформації E (т/м²); коефіцієнт Пуассона μ , а також товщину плити δ в м.

В опорних закріпленнях системи можливе обмеження волі по трьом ступеням:

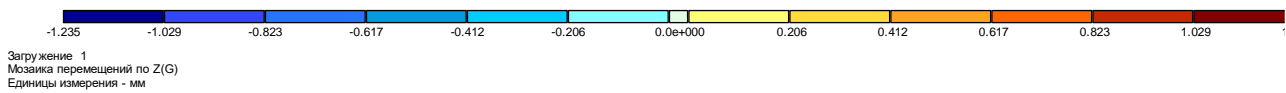
- 3 - лінійне переміщення уздовж вісі Z;
- 4 - поворот навколо вісі X;
- 5 - поворот навколо вісі Y.

Завдання. Побудувати епюри зусиль M_y та Q_z , які виникають в ребрах жорсткості плити, від дії сил $P_1=1,4$ т, $P_2=3,6$ т, $P_3=5$ т, $p=0,27$ т/м². Матеріал – залізобетон з $E=25 \cdot 10^5$ т/м². Коефіцієнт $\mu=0,2$.



	1033	1044	1055	1066	1077	1088	1099	1100	1111	1122	1133	1144	1155	1166	1177	1188	1199
102	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102
101	5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101
100	4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100
99	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99
98	2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98
97	1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97

Рисунок 4.1 – Розрахункова схема перекриття.



Завантаження 1
Мозаїка переміщень по Z(G)
Єдиниці вимірювання - мм

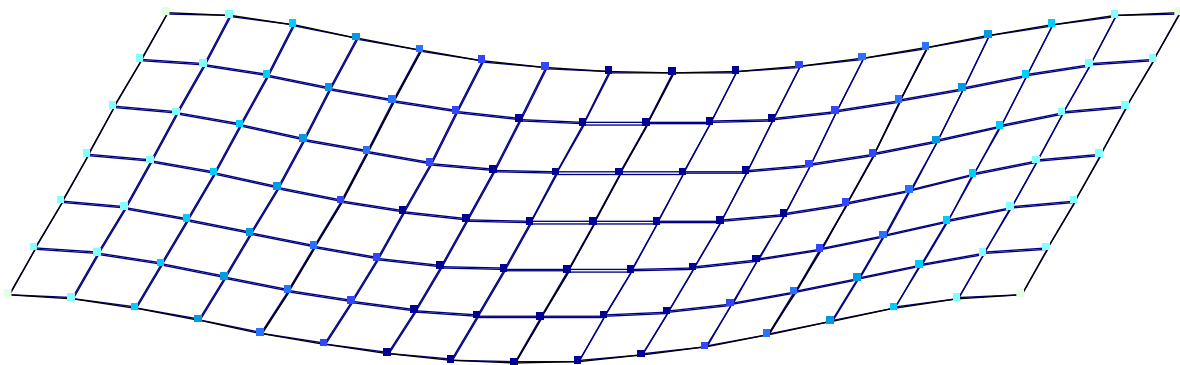


Рисунок 4.2 – Мозаїка переміщень вузлів перекриття уздовж вісі Z.



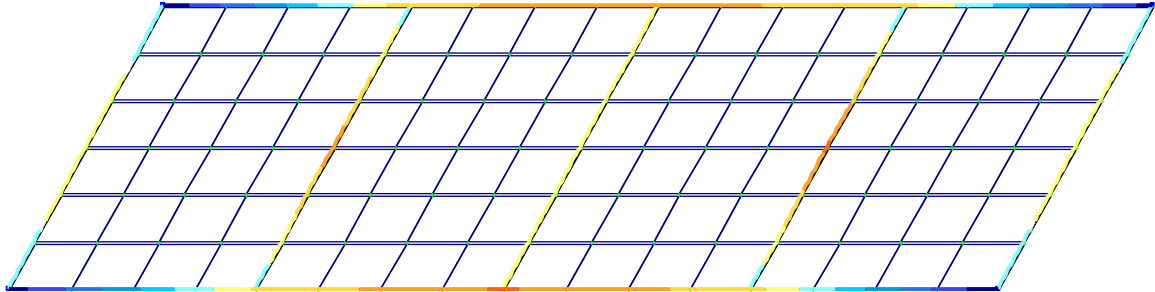


Рисунок 4.3 – Епюри згинальних моментів M_y в ребрах перекриття.

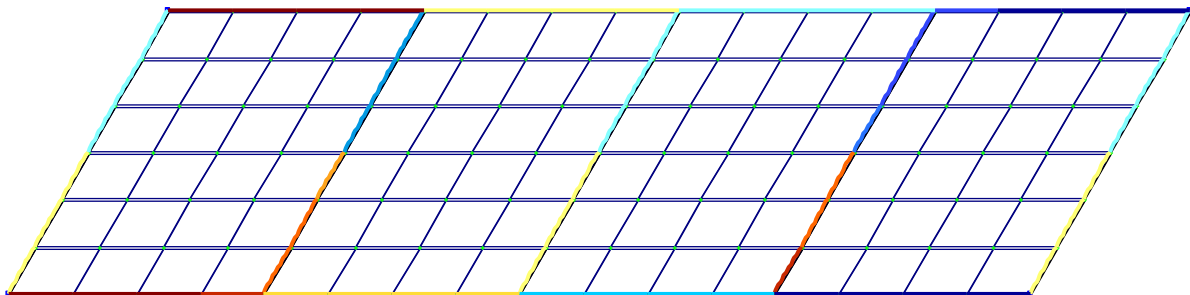
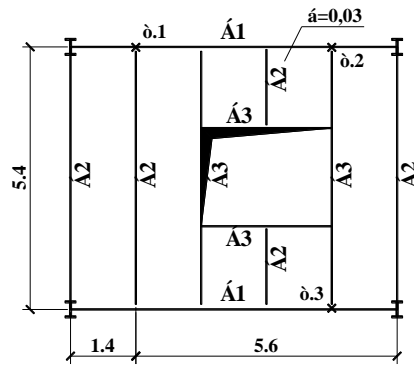


Рисунок 4.4 – Епюри поперечних сил Q_z в ребрах перекриття.

2) Балочні клітки.

Різниця полягає в тому, що кінцевий елемент типу 3 моделює роботу поперечних і поздовжніх балок настилу і при задаванні жорсткісних характеристик цих балок, які мають перетини у вигляді двотавра чи швелера, задаються ні геометричні розміри перетину, а обирається прокатний металевий профіль із сортаменту.

Завдання. Побудувати епюри зусиль M та Q , які виникають в балках майданчика, від дії сил $P_1=1,6$ т, $P_2=2,7$ т, $P_3=5$ т, $p=1,0$ т/м². Матеріал – сталь з $E=2,1 \cdot 10^7$ т/м². Коефіцієнт $\mu=0,2$. Поперечні перетини: Б1 - $\perp 40$ Б1, Б2 - $\perp 30$ Б1, Б3 – [30].



	940	941	942	943	946	949	952	955	956	957	104				
87	9	18	96	27	36	105	42	48	111	54	60	120	69	78	129
86	8	17	95	26	35	104	41	47	110	53	59	119	68	77	128
85	7	16	94	25	34	103	40	46	109	52	58	118	67	76	127
84	6	15	93	24	33	102					117	66	75	126	
83	5	14	92	23	32	101					116	65	74	125	
82	4	13	91	22	31	100					115	64	73	124	
81	3	12	90	21	30	99	39	45	108	51	57	114	63	72	123
80	2	11	89	20	29	98	38	44	107	50	56	113	62	71	122
79	1	10	88	19	28	97	37	43	106	49	55	112	61	70	121
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Рисунок 4.5 – Розрахункова схема балочної клітки.

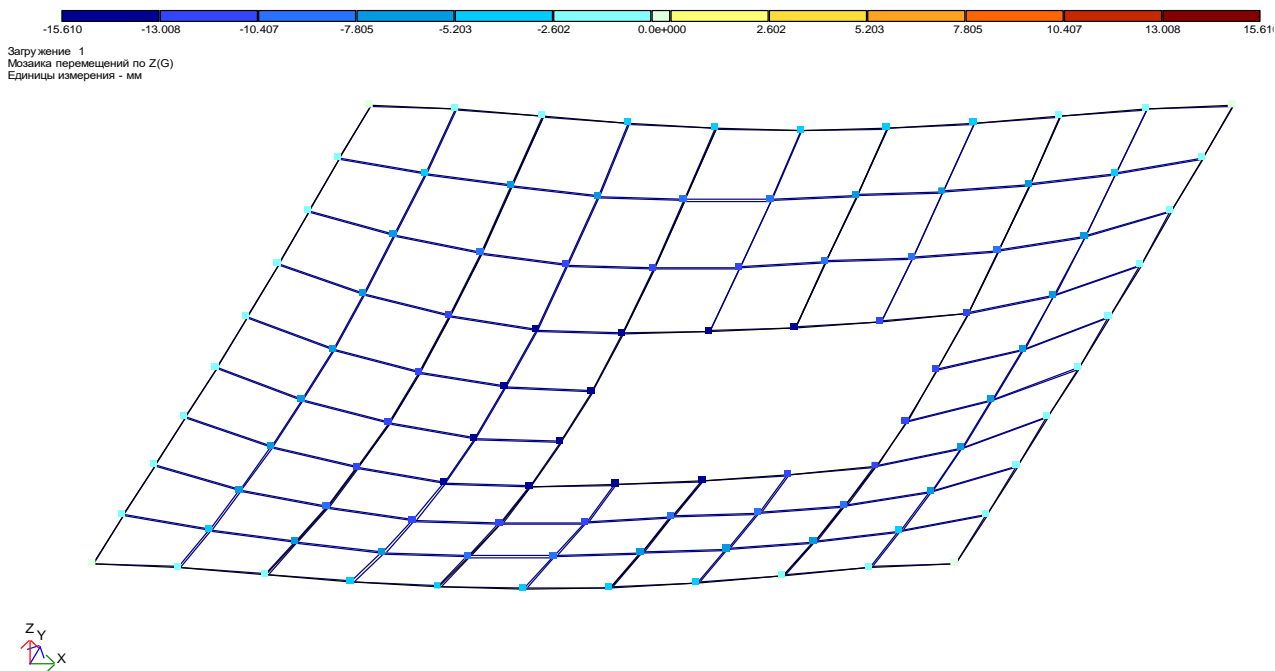


Рисунок 4.6 – Мозаика перемещень вузлів балочної клітки уздовж вісі Z.

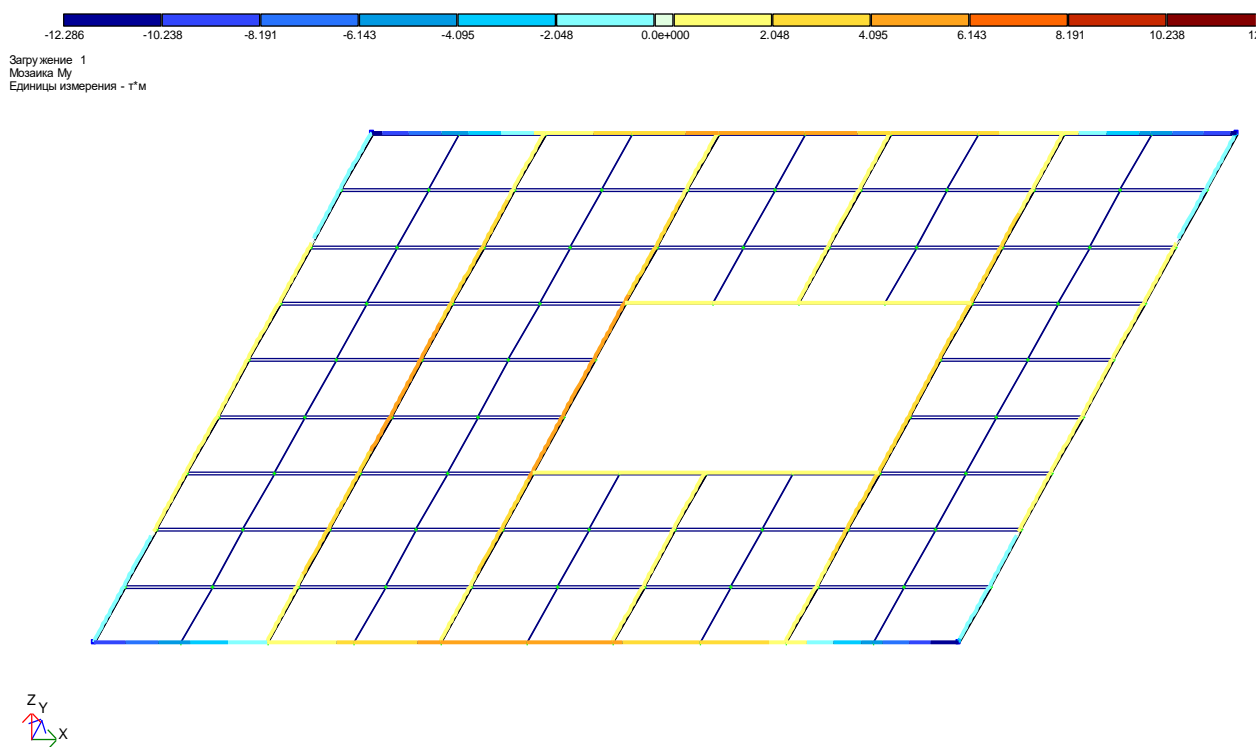


Рисунок 4.7 – Епюри згинальних моментів M_y в балках балочної клітки.

-10.384 -8.653 -6.923 -5.192 -3.461 -1.731 0.0e+000 1.731 3.461 5.192 6.923 8.653 11

Заруження 1
Мозаика Qz
Единици измерения - т

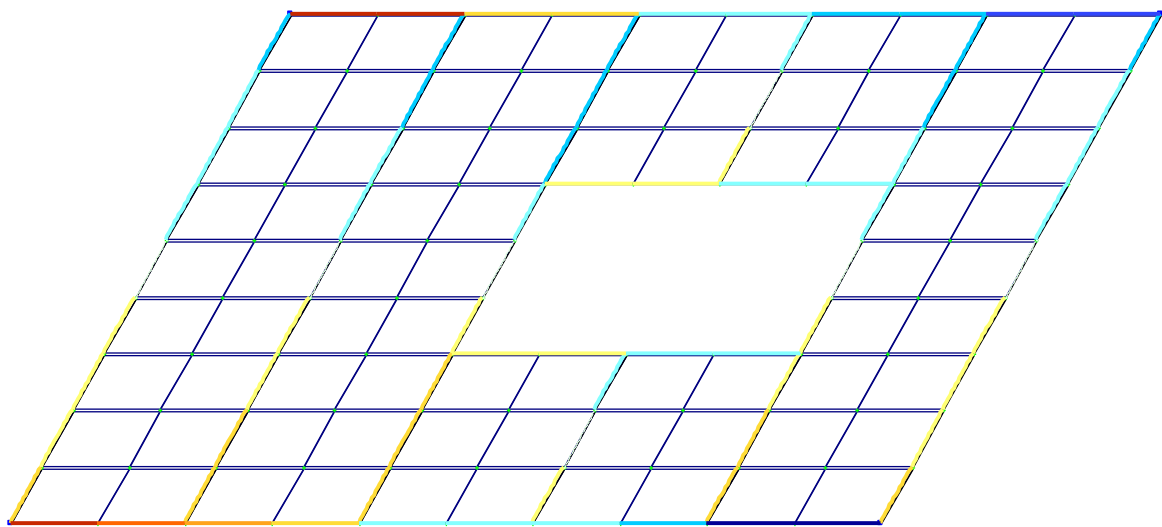


Рисунок 4.8 – Епюри поперечних сил Q_z в балках балочної клітки.

3) Просторові блоки покриття.

Такі задачі вирішуються по 4 признаку системи. Система розташовується в правій Декартові системі координат. Кожен вузол системи має три ступені волі: лінійні переміщення уздовж вісей X, Y і Z.

В задачах використовується кінцевий елемент типу 4 – шарнірний стержень просторової ферми. Плитна частина покриття моделюється за допомогою кінцевого елемента типу 23 – прямокутний кінцевий елемент плити загального положення.

В «Жорсткісних характеристиках» для елементів типу 4 задаються геометричні розміри перетину, а для елементів типу 23 - модуль деформації E (т/м^2); коефіцієнт Пуассона μ , а також товщина покриття δ в м.

В опорних закріпленнях системи можливе обмеження волі по трьом ступеням:

- 1 - лінійне переміщення уздовж вісі X;
- 2 - лінійне переміщення уздовж вісі Y;
- 3 - лінійне переміщення уздовж вісі Z.

Завдання. Побудувати епюри зусиль M_y , Q_z і N , які виникають в балках блока покриття, від дії навантаження $p=1,8 \text{ т/м}^2$. Модулі пружності: сталі – $E=2,1 \cdot 10^7 \text{ т/м}^2$, залізобетона – $E=24 \cdot 10^5 \text{ т/м}^2$. Коефіцієнт $\mu=0,2$. Поперечні перетини: C1 – труба $\Phi 140 \times 3,5 \text{ мм}$, C2 – $\Phi 89 \times 3 \text{ мм}$, C3 – $\Phi 89 \times 3 \text{ мм}$, C4 – $\Phi 102 \times 3 \text{ мм}$.

нăăđđó æ.á. ĩ èè òà ñ á=0,1

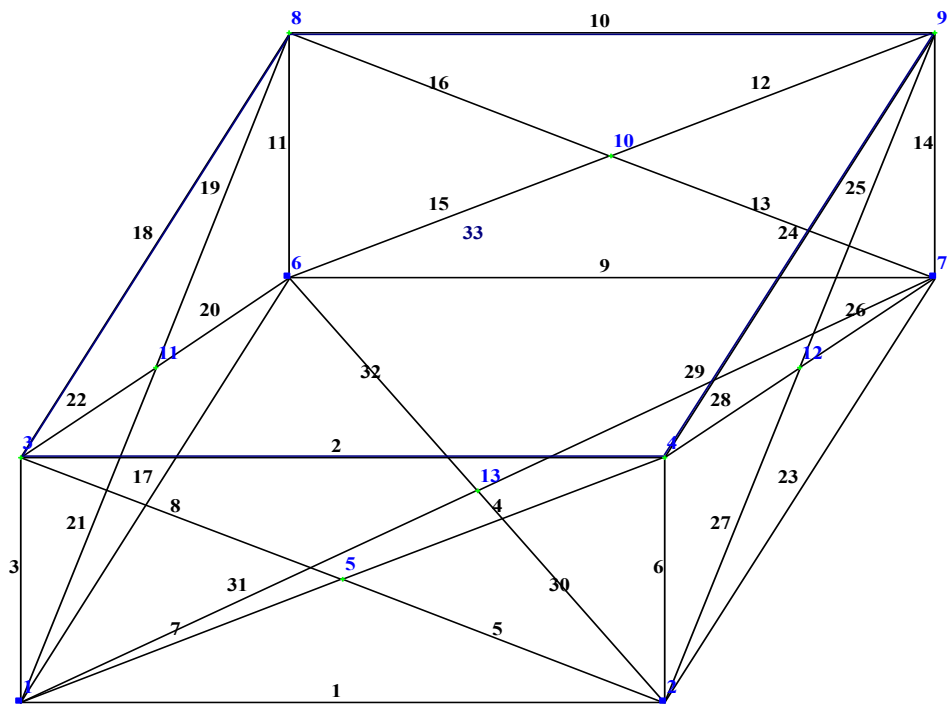
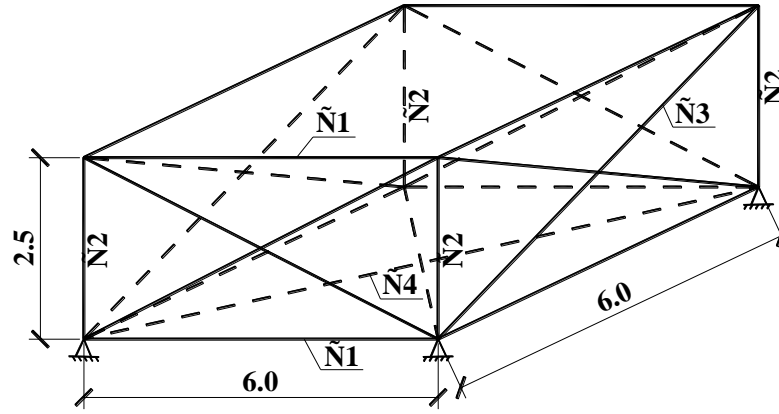


Рисунок 4.9 – Розрахункова схема блока покриття.

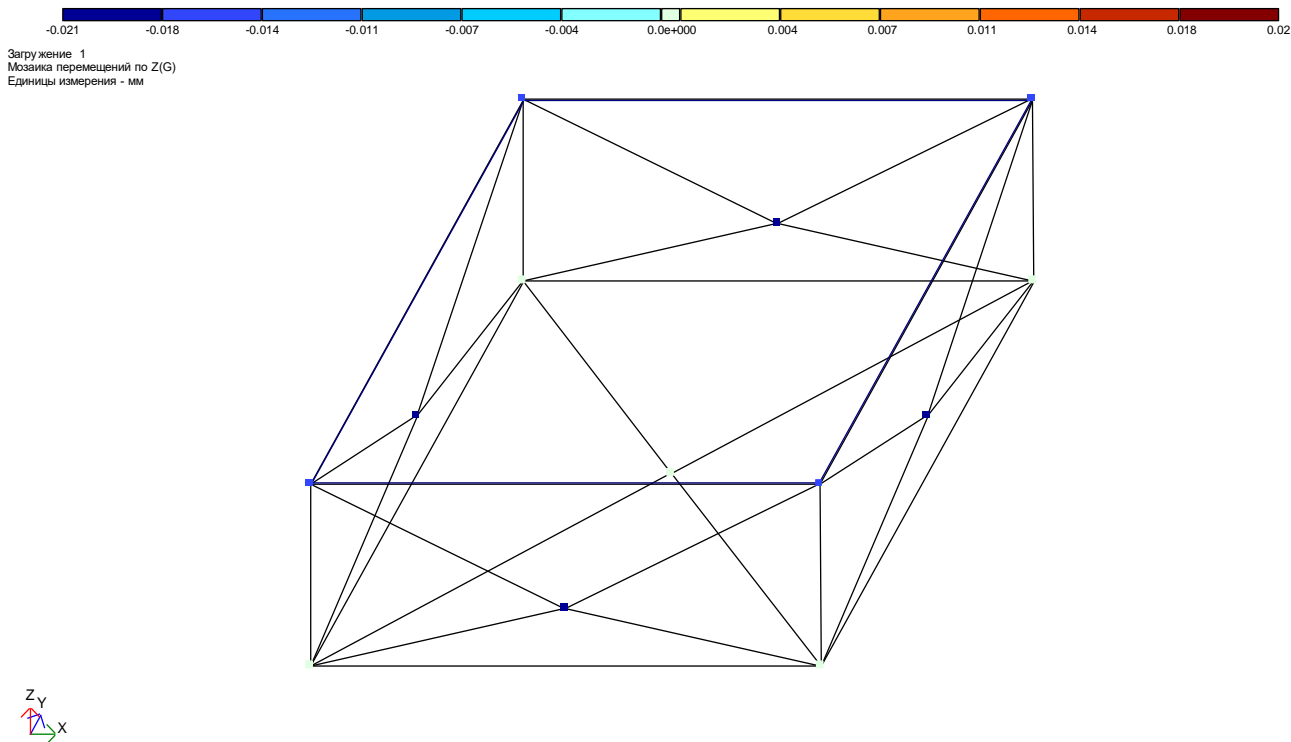


Рисунок 4.10 – Мозаїка переміщень вузлів блока покриття уздовж вісі Z.

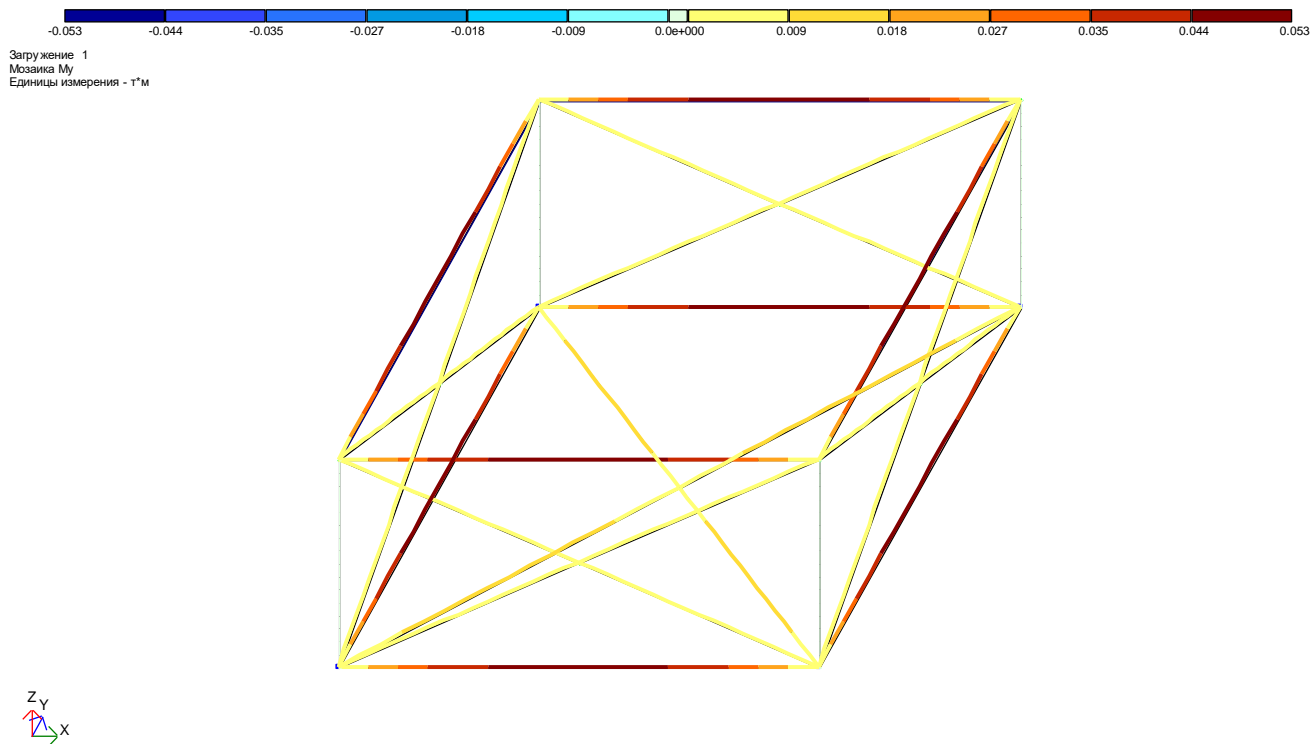


Рисунок 4.11 – Епюри згинальних моментів M_y в елементах блока покриття.

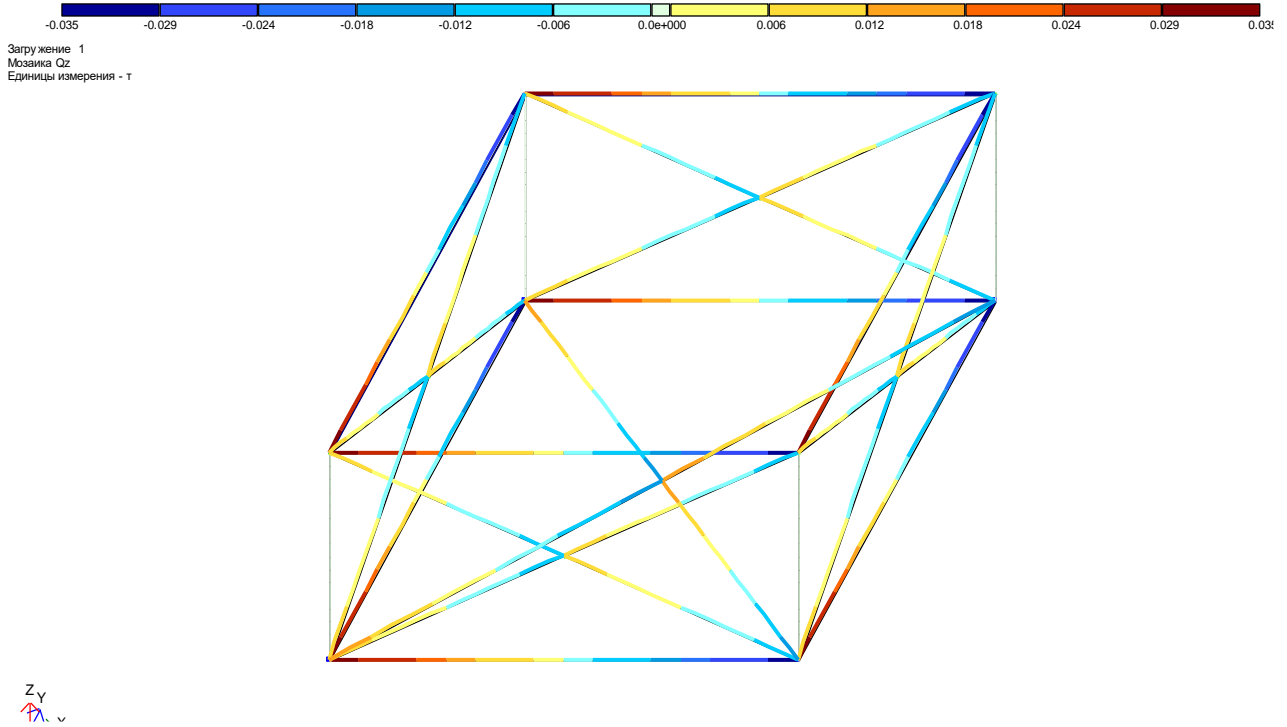


Рисунок 4.12 – Епюри поперечних сил Q_z в елементах блока покриття.

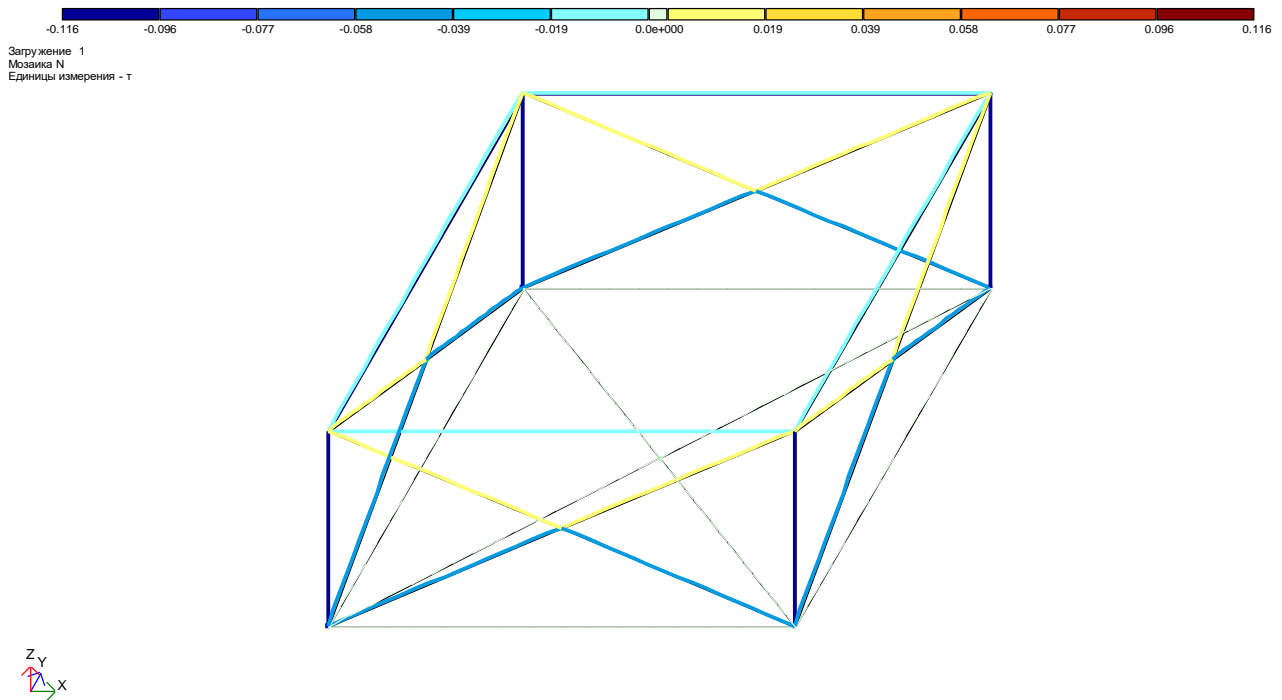


Рисунок 4.13– Епюри подовжніх сил N в елементах блока покриття.

4) Циліндричні оболонки.

Такі задачі вирішуються по 5 признаку системи. Система розташовується в просторі з вісями координат X , Y і Z . Кожен вузол системи має шість ступенів волі: лінійні переміщення і повороти навколо вісей X , Y і Z .

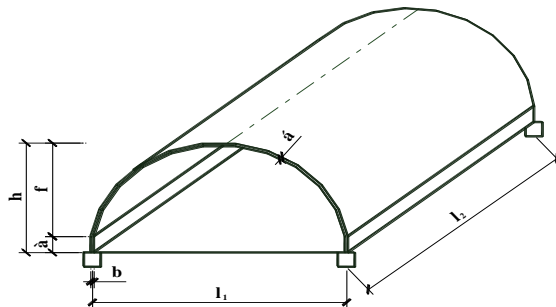
В задачах для моделювання плитної частини використовується кінцевий елемент типу 41 – прямокутний плоский кінцевий елемент оболонки бортовий елемент оболонки, який має прямокутну форму поперечного перетину, моделюється за допомогою кінцевого елемента типу 5 – просторовий стержень.

В «Жорсткісних характеристиках» для елементів типу 5 задаються геометричні розміри перетину, а для елементів типу 41 - модуль деформації E (т/м^2); коефіцієнт Пуассона μ , а також товщина оболонки δ в м.

В опорних закріпленнях системи можливе обмеження волі по шістьом ступеням:

- 1 - лінійне переміщення уздовж вісі X ;
- 2 - лінійне переміщення уздовж вісі Y ;
- 3 - лінійне переміщення уздовж вісі Z .
- 4 - поворот навколо вісі X ;
- 5 - поворот навколо вісі Y ;
- 6 - поворот навколо вісі Z .

Завдання. Побудувати епюри зусиль M_y та Q_z , які виникають в бортових елементах оболонки, та ізополя напружень по M_x і M_y від дії навантаження $p=0,6 \text{ т/м}^2$. Матеріал – залізобетон з $E=25 \cdot 10^5 \text{ т/м}^2$. Коефіцієнт $\mu=0,2$. Розміри оболонки: $l_1=10 \text{ м}$, $l_2=25 \text{ м}$, $h=2,7 \text{ м}$, $a=0,5 \text{ м}$, $b=0,5 \text{ м}$, $b=0,12 \text{ м}$.



	276	277	278	279	281	280	286	285	284	283	282	
45	68	91	114	160	137	275	252	229	206	183		1
44	67	90	113	159	136	274	251	228	205	182		1
43	66	89	112	158	135	273	250	227	204	181		1
42	65	88	111	157	134	272	249	226	203	180		1
41	64	87	110	156	133	271	248	225	202	179		1
40	63	86	109	155	132	270	247	224	201	178		1
39	62	85	108	154	131	269	246	223	200	177		1
38	61	84	107	153	130	268	245	222	199	176		1
37	60	83	106	152	129	267	244	221	198	175		1
36	59	82	105	151	128	266	243	220	197	174		1
35	58	81	104	150	127	265	242	219	196	173		1
34	57	80	103	149	126	264	241	218	195	172		1
33	56	79	102	148	125	263	240	217	194	171		1
32	55	78	101	147	124	262	239	216	193	170		1
31	54	77	100	146	123	261	238	215	192	169		1
30	53	76	99	145	122	260	237	214	191	168		1
29	52	75	98	144	121	259	236	213	190	167		1
28	51	74	97	143	120	258	235	212	189	166		1
27	50	73	96	142	119	257	234	211	188	165		1
26	49	72	95	141	118	256	233	210	187	164		1
25	48	71	94	140	117	255	232	209	186	163		1
24	47	70	93	139	116	254	231	208	185	162		1
23	46	69	92	138	115	253	230	207	184	161		1
12	13	14	15	17	16	22	21	20	19	18		1
1	2	3	4	6	5	11	10	9	8	7		1

Рисунок 4.14 – Розрахункова схема оболонки.

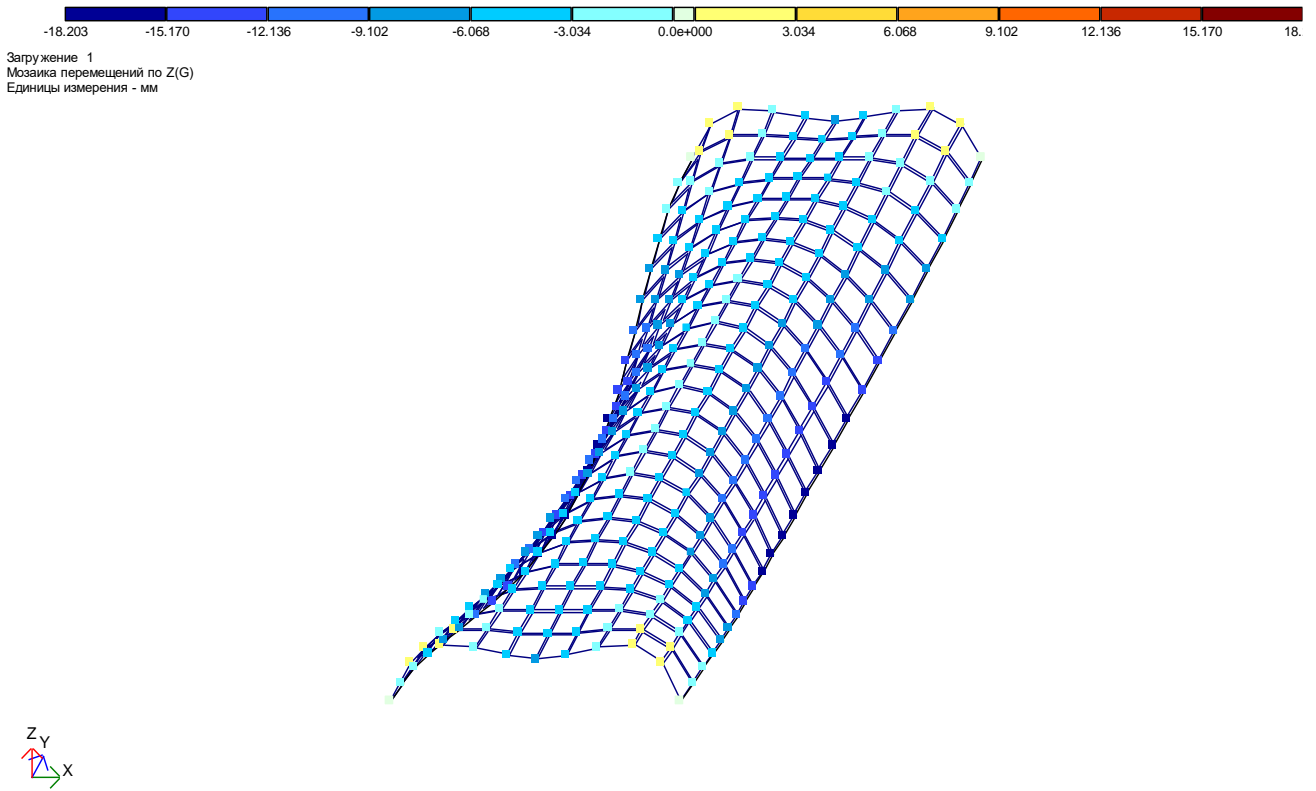


Рисунок 4.15 – Мозаїка переміщень вузлів оболонки уздовж вісі Z.

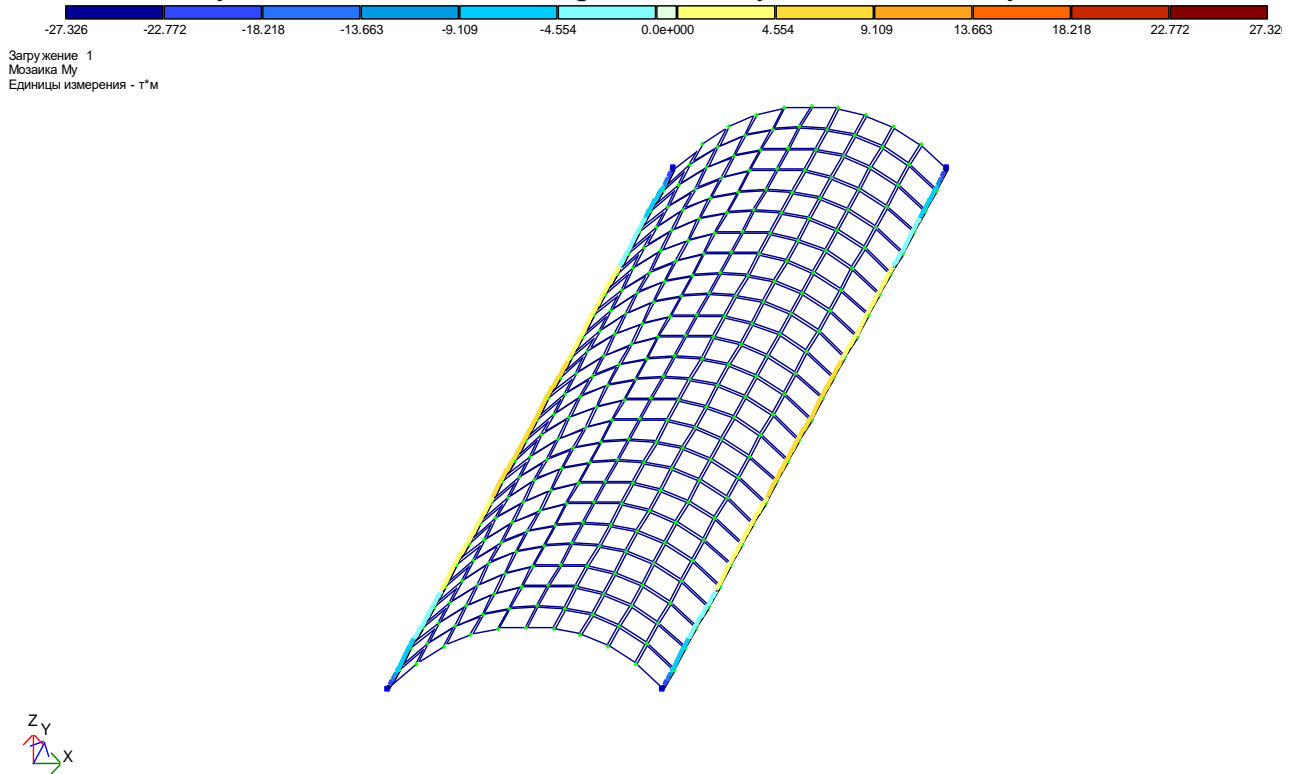


Рисунок 4.16 – Епюри згинальних моментів M_y в бортових елементах оболонки.

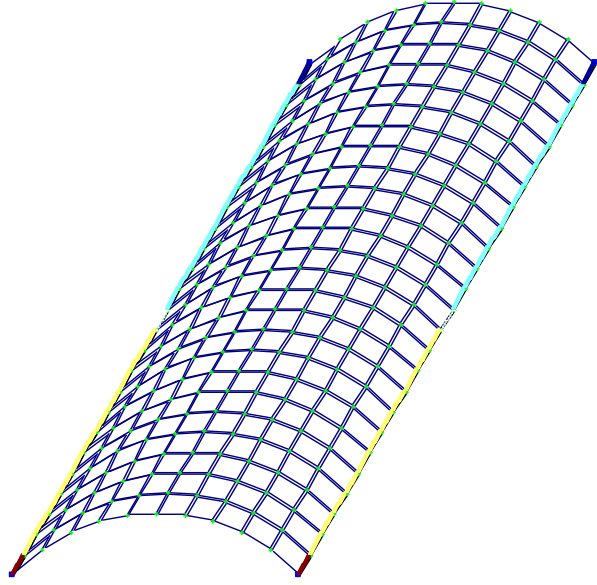
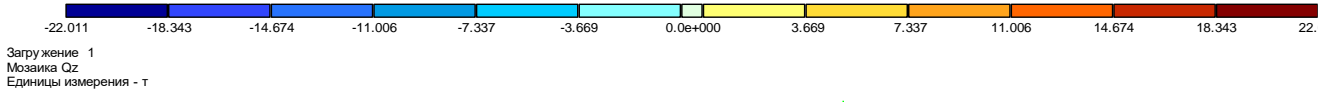
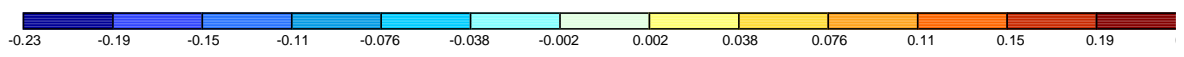


Рисунок 4.17 – Епюри поперечных сил Q_z в бортовых элементах оболочки.



Загружение 1
 Изополя напряжений по Mx
 Единицы измерения - (т*м)/м

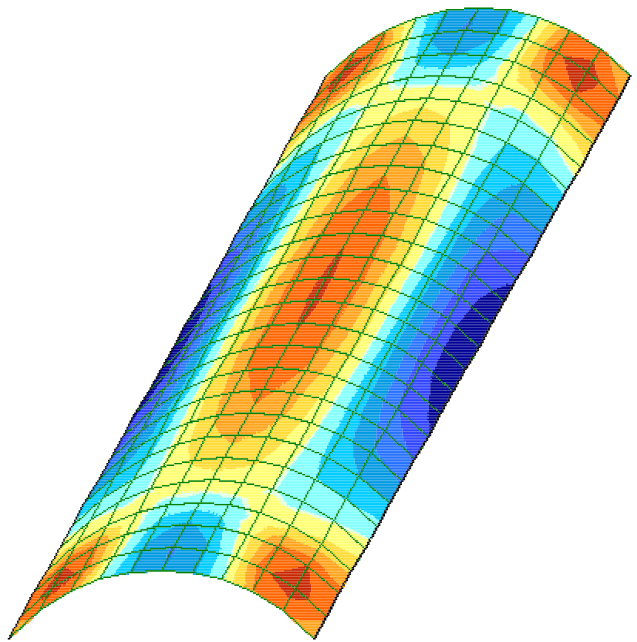


Рисунок 4.18 – Изополя напряжень по M_x в элементах оболочки.

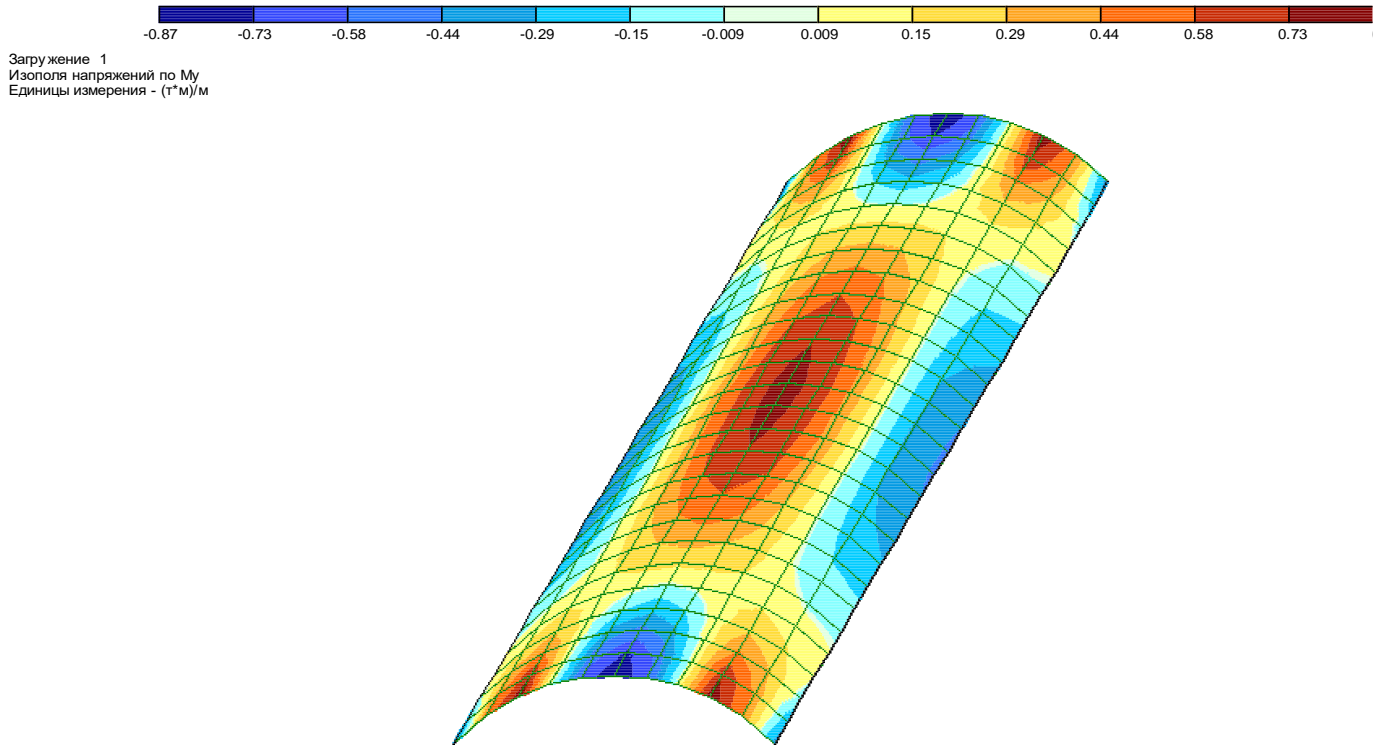


Рисунок 4.19 – Изополя напряжень по M_y в элементах оболочки.