

В. И. ДРАГАНИ, К. К. ГЛУШКО

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Ввиду высокой деформативности сетчатых куполов, решение задачи устойчивости стержней в радиальной плоскости отличается от общепринятых решений для рамных и ферменных конструкций. Торцы стержней имеют возможность осадки, жесткость заделки торцов переменна, на неё влияют продольные силы в соседних стержнях. В основе существующих решений заложена расчетная схема стержня, связанного с упругим основанием и нагруженного продольной силой, что не даёт возможности учёта изменчивости продольных сил в стержнях, разных по величине изгибных жесткостей стержней, учёта переменных жесткостей заделок стержней.

Решая неоднородное дифференциальное уравнение изгиба при двузначной прямолинейной опоре изгибающих моментов, можно получить уравнение изогнутой оси стержня и потребовать, чтобы углы поворота торцов стержней в соединяющем их узле были равны. Изгибающие моменты на торцах стержней можно выражать через прогибы и углы поворота, решая задачу об осадке опор неразрезной балки. Выразив углы поворота через прогибы, можно для n узлов плоской дуги составить систему из n линейных алгебраических уравнений. Условием наличия нетривиального решения полученной системы уравнений является равенство нулю определителя из коэффициентов при прогибах. Для упрощения отыскания некоей величины u , с достаточной точностью можно использовать определитель матрицы размерностью не менее 4×4 . Решение относительно переменной u произойдет путём пробных попыток, считая, что остальные величины $u = c \sqrt{N/EI}$ являются известными аргументами функций определителя, используя критерий красной текущей:

$$\begin{vmatrix} G_1 + G_2 & H_3 & 0 & 0 & \dots \\ F_1 + F_2 & G_3 + G_2 & H_4 & 0 & \dots \\ E_1 & H_1 + H_2 & G_1 + G_2 & H_4 & \dots \\ 0 & E_2 & H_1 + H_2 & G_1 + G_2 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix} = 0. \quad (1)$$

В определителе (1) значения функций G_2 , F_2 следует брать от аргумента u_{i+1} . После того, как искомая величина u , станет известной, можно определить коэффициент расчетной длины.

Табл. 1. Вспомогательные функции для определителя устойчивости

U	$E_{1,2}$	$F1_{1,1}$	$F2_{1,1}$	$G1_{1,1}$	$G2_{1,1}$	$H_{1,1}$	$\bar{E}_{1,1}$	$\bar{F}1_{1,1}$	$\bar{F}2_{1,1}$	$\bar{G}1_{1,1}$	$\bar{G}2_{1,1}$	$\bar{H}_{1,1}$
0	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
0,63	3,80	9,97	2,99	-6,61	-9,34	6,91	0,76	0,90	-0,12	-0,10	-0,81	1,12
1,26	6,43	14,81	7,26	-11,67	-17,5	14,86	1,28	1,33	0,17	0,30	-0,61	1,14
1,88	1,74	-2,51	5,76	3,25	9,66	-9,44	1,69	1,80	0,57	1,41	-0,05	0,81
2,51	0,62	0,66	1,82	-1,78	3,13	-1,90	2,22	4,41	1,89	3,88	-1,84	-1,75
3,14	1,00	-1,28	1,00	-4,28	3,64	0,64	1,50	6,44	3,01	4,94	-12,91	-9,89
3,77	2,52	-4,41	0,57	18,25	5,10	11,65	0,68	2,80	0,50	3,73	-2,38	-0,58
4,4	2,43	-3,94	2,88	18,29	4,24	-17,1	0,44	0,71	0,49	3,42	-1,69	-1,64
5,02	0,29	-0,03	1,02	5,08	3,13	-9,37	0,19	0,57	0,60	2,39	1,30	-3,49
5,65	3,78	-17,4	4,56	35,00	38,66	-65,3	0,69	7,80	1,68	-5,98	14,49	-15,5
6,28	0,99	15,14	1,00	14,14	-4,62	5,62	1,51	18,39	77,00	19,90	937	1014

На рис. 1 показаны зависимости расчётных длин от параметра устойчивости u : для первого шарнирно опёртого на внешний контур стержня, второго от опоры, третьего (общего).

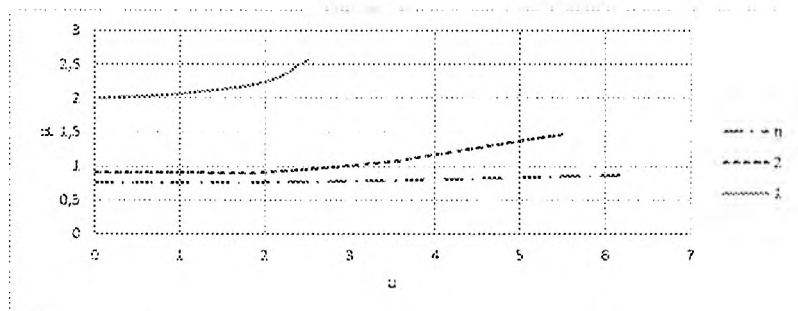


Рис. 1. Зависимость расчётных длин стержней (1-го, 2-го и среднего) от напряжённно-деформированного состояния сетчатой конструкции

Получен метод определения расчётных длин стержней сетчатого купола на основе стержневой модели конструкции. Расчётные длины стержней зависят от напряжённно-деформированного состояния сетчатой конструкции, т. е. являются переменными величинами. При шарнирном опирании купола на внешний контур наиболее удалённые стержни от опоры имеют практически одинаковые значения расчётных длин.