

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.236

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.236.pdf>

Поступила (Received): 19.06.2016

Колосов Н.А.
Горизонтальное смещение опоры арочной фермы,
загруженной по верхнему поясу с учетом
распределения площадей сечения стержней

Kolosov N.A.
The horizontal offset supports are arched truss,
loaded on the upper zone taking into account the
distribution of the cross-section areas of the rods

Решена задача о смещении опоры в зависимости от размеров фермы, нагрузки, числа панелей и жесткости поясов. Усилия в аналитической форме определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для обобщения решения на произвольное число панелей применен метод индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple

The problem of the displacement of the support depending on the size of the truss, load, number of panels and the stiffness of the belts. Forces of rods in analytical form are determined by the cut nodes in the system of computer mathematics Maple. To generalize the solution for an arbitrary number of panels the method of induction is used

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Колосов Никита Андреевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Kolosov Nikita Andreevich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Задача о горизонтальном смещении опоры при одинаковых сечениях стержней фермы (рис. 1) решена в [1]. Смещение разыскивалось по формуле Максвелла – Мора с вычислением усилий в стержнях по программе [2], написанной в системе компьютерной математики Maple.

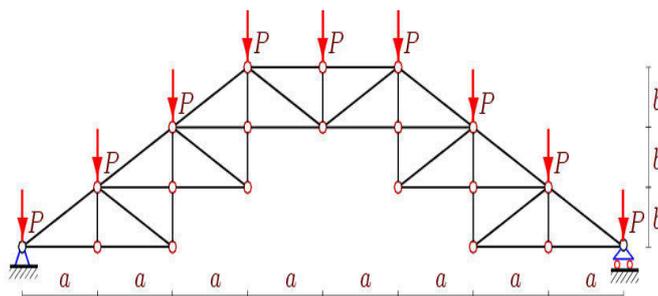


Рис. 1. Ферма при n=3

Подобные задачи методом индукции решались ранее для плоских ферм [3-8], пространственных [9-12], для вантовой статически определимой системы [13] и подвески гироскопа с произвольным числом связей [14]. Метод индукции применим и для вывода уравнений линий влияния [15-17] и для задач с учетом реологии материала [18-20]. Некоторые примеры индуктивного вывода формул для прогиба плоских ферм можно найти в обзорах [21-23].

Решим задачу о смещении опоры фермы (рис. 1) в случае разных сечений стержней, обобщив таким образом, решение [1]. Воспользуемся интегралом

Максвелла – Мора в форме $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i N_i l_i}{EF_i}$, где EF_i – жесткость стержней, S_i – усилия в стержнях от действия внешней нагрузки, N_i – усилия в стержнях от действия единичной (безразмерной) горизонтальной силы, приложенной к подвижной правой опоре, l_i – длины стержней. В результате обобщения последовательности решений десяти ферм имеем следующую формулу

$$EF \Delta = P (A_n a^3 k_1 + B_n b^3 k_2 + C_n c^3 k_3) / (6ab),$$

где $F_i = F / k_i$, а коэффициент k_1 относится к горизонтальным стержням решетки и стержням нижнего пояса длиной a , k_2 – к вертикальным, k_3 – к стержням верхнего пояса и раскосам решетки. Обозначено также: $c = \sqrt{a^2 + b^2}$, $C_n = n(n-1)(5n^2 + 9n + 1)$, $B_n = n(n-1)(5n^2 + 7n - 4)$, $A_n = (5n^2 + 10n - 6)(n+1)^2$.

Введем относительный (размерности длины) прогиб $\Delta' = EF \Delta / P_0$, где $P_0 = (2n + 3)P$ – суммарная нагрузка на ферму. Зафиксируем пролет фермы и ее высоту $L = an, b_0 = bn$. Зависимости прогиба от числа панелей отображены в графиках на рисунке 2 при $L = 30$ м, $b_0 = 5$ м.

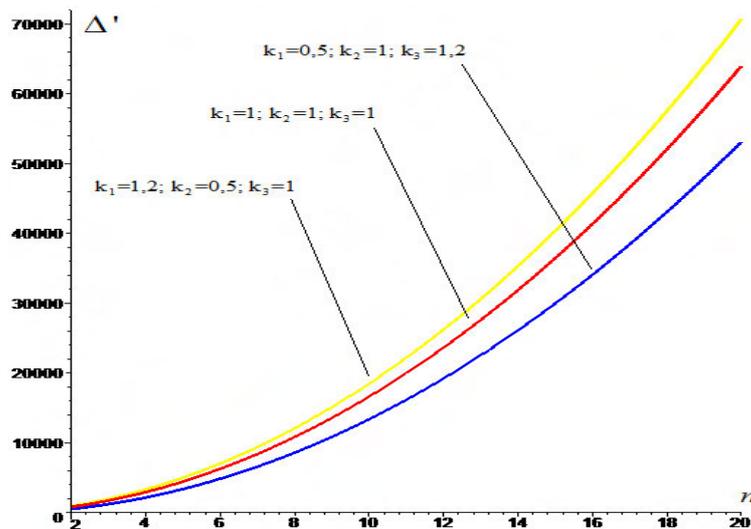


Рис. 2. Зависимость от числа панелей

Список используемых источников:

1. Колосов Н.А. Горизонтальное смещение опоры арочной фермы, загруженной по верхнему поясу // Вестник научных конференций. 2015. № 4-1(4). С. 85-88.
2. Курсанов М. Н. Maple и Marplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.

3. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
4. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.
5. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
6. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
7. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
8. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
9. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет пространственной стержневой системы // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. №1. С. 49-53.
11. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования. Инженерно-строительный журнал. 2013. №5(40). С. 52–58.
12. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
13. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
14. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
15. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
16. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
17. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
18. Кирсанов М.Н. Оптимальная высота балочной фермы с учетом линейной ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2000. № 5. С. 141.
19. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25–32.
20. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
21. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
22. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66–73.

© 2016, Колосов Н.А.

Горизонтальное смещение опоры арочной фермы, загруженной по верхнему поясу с учетом распределения площадей сечения стержней

© 2016, Kolosov N.A.

The horizontal offset supports are arched truss, loaded on the upper zone taking into account the distribution of the cross-section areas of the rods