

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.247

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.247.pdf>

Поступила (Received): 19.06.2016

Кружков Е.П.**Горизонтальное смещение опоры плоской арочной фермы с треугольной решеткой в зависимости от числа панелей и перераспределения площадей стержней****Kruzhkov E.P.****The horizontal offset supports of flat arched truss with a triangular lattice depending on the number of panels and the redistribution of the areas of the rods**

Решена задача о смещении подвижной опоры фермы в зависимости от ее размеров, нагрузки, числа панелей и площадей сечений стержней. Усилия определяются в символьной форме методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для обобщения решения на произвольное число панелей применен метод индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple

Кружков Евгений Петрович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

The problem of displacement of the movable support of the truss depending on its size, load, number of panels and the section areas of the rods is solved. Forces in rods are defined symbolically using cut nodes in the system of computer mathematics Maple. To generalize the solution for an arbitrary number of panels applied the method of induction is applied

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Kruzhkov Evgeny Petrovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Задача о горизонтальном смещении опоры ферма (рис. 1) для постоянных сечений стержней решена автором в аналитическом виде для произвольного числа панелей в [1]. Использован метод индукции и компьютерная программа для определения усилий в стержнях фермы [2] на языке компьютерной математики Maple. Аналогичные задачи решены этим же методом для плоских статически определимых ферм [3-9], вантовой системы [10], подвески гироскопа [11], для пространственных ферм [12-15]. Более сложные задачи решены методом индукции при построении линий влияния в фермах [16-18]. Обзоры работ по расчету ферм в символьной форме для произвольного числа панелей содержатся в [19-21]. В настоящей работе решение [1] обобщается на случай разных сечений стержней.

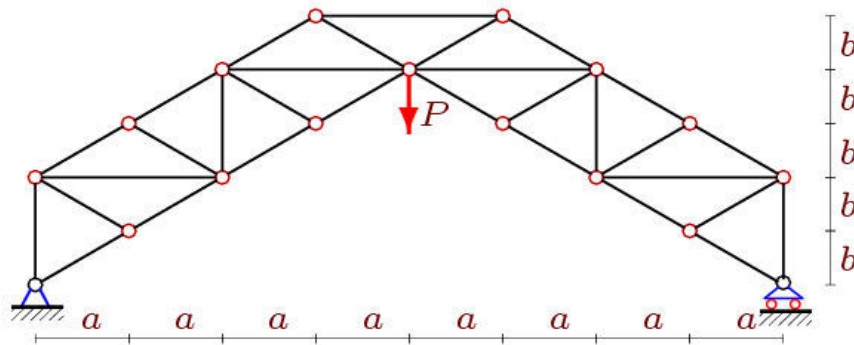


Рис. 1. Ферма с четырьмя панелями в половине пролета ($n=4$)

Прогиб определяем по формуле Максвелла-Мора $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i N_i l_i}{EF_i}$, где l_i – длины стержней, EF_i – их жесткость, S_i – усилия в стержнях от действия нагрузки P , N_i – усилия в стержнях от действия единичной горизонтальной силы, приложенной к подвижной опоре. Результатом анализа последовательности решений десяти ферм явилась формула:

$EF \Delta = P(A_n a^3 k_1 + B_n b^3 k_2 + C_n c^3 k_3) / (ab)$, где $C_n = n(4n^2 + 3n - 1) / 3$, $B_n = 2n$, $A_n = 2n(1 + 2n)$, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$. Коэффициент k_1 относится к горизонтальным стержням решетки длиной $2a$, k_2 – к вертикальным, k_3 – к стержням поясов и раскосам решетки. Графики полученной зависимости при $L = an = 10$ м даны на рисунке 2. Обозначено $\Delta' = EF \Delta / P$.

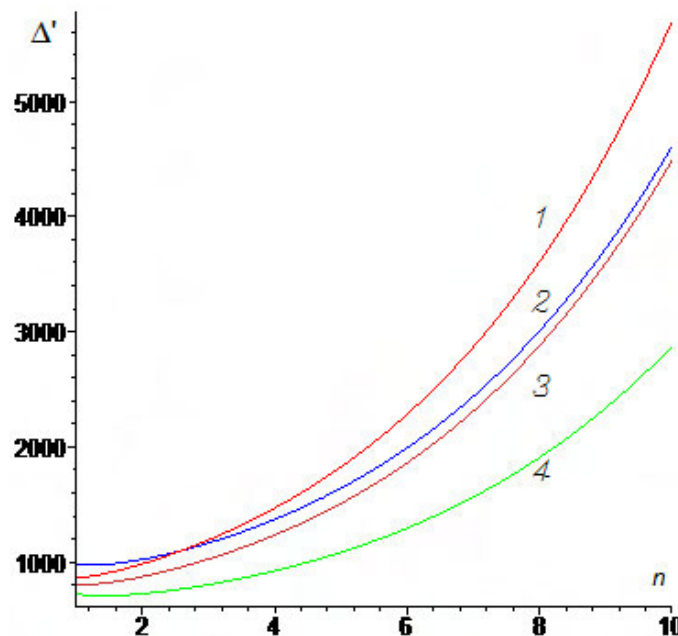


Рис. 3. Зависимость от коэффициентов жесткости поясов ($L = 10$ м и $b = 1$ м)

- 1: $k_1 = 1, k_2 = 0,6, k_3 = 1,3$; 2: $k_1 = 1,3, k_2 = 1, k_3 = 1$;
- 3: $k_1 = 1, k_2 = 1, k_3 = 1$; 4: $k_1 = 1, k_2 = 1,3, k_3 = 0,6$

Список используемых источников:

1. Кружков Е.П. Горизонтальное смещение опоры плоской арочной фермы с треугольной решеткой в зависимости от числа панелей // Вестник научных конференций. 2015. № 4-1(4). Ч. 1. С. 90-91.
2. Кирсанов М.Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
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. Аналитический расчет балочной фермы со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 3. С. 7-11.
5. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.
6. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
7. 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.
8. 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.
9. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
10. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
11. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
12. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
13. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет пространственной стержневой системы // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. №1. С. 49-53.
14. 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.
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. 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.
18. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
19. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66–73.
20. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.

© 2016, Кружков Е.П.

Горизонтальное смещение опоры плоской арочной фермы с треугольной решеткой в зависимости от числа панелей и перераспределения площадей стержней

© 2016, Kruzhhkov E.P.

The horizontal offset supports of flat arched truss with a triangular lattice depending on the number of panels and the redistribution of the areas of the rods