DOI: 10.17117/na.2016.06.02.191

Поступила (Received): 18.06.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.191.pdf>**Андросова Д.И.****О выборе сечений в плоской балочной ферме с треугольной решеткой, загруженной по нижнему поясу****Androsova D.I.****On the choice of cross sections in a flat beam girder with a triangular lattice, loaded on the bottom flange**

Получено аналитическое выражение для прогиба балочной фермы в зависимости от ее размеров, нагрузки, числа панелей и разных сечений стержней решетки. Усилия 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

An analytical expression for the deflection of a girder, depending on its size, load, number of panels and different sections of the lattice is obtained. The efforts 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 applied

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Андросова Далаана Ильинична

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Androsova Dalaana Ilinichna

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Зависимость прогиба плоской балочной фермы с треугольной решеткой (рис. 1) от числа панелей найдена в аналитической форме методом индукции по программе, написанной на языке символьной математики Maple [1] в работе [2]. Аналогичные решения этим же методом для плоских ферм получены в [3-11], для пространственных – в [12-15].

Рис. 1. Ферма при $n=3$

Обзор некоторых работ, использующих метод индукции для решения задач о прогибе ферм в аналитической форме, содержится в [16-18]. Метод индукции применим и для построения линий влияния [19-21]. В большинстве известных решений предполагается, что стержни фермы имеют одинаковое сечение, что существенно упрощает решение и окончательную формулу. В настоящей работе ставится задача учета различных площадей сечений стержней поясов и решетки фермы.

Для определения прогиба Δ воспользуемся формулой Максвелла-Мора:

$\Delta = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^{m_j} S_i s_i l_i / (EF_j)$, где $F_j = F / k_j$ – площади сечений отдельных групп стержней (поясов и решетки), S_i – усилия в стержнях от распределенной по узлам нижнего пояса нагрузки, s_i – усилия в стержнях от действия единичной вертикальной силы, приложенной к среднему узлу нижнего пояса, l_i – длины стержней, $m = \sum_{j=1}^3 m_j = 6n + 2$ – число стержней фермы вместе с тремя опорными стерж-

нями при числе панелей в половине пролета n . Усилия в стержнях определяем в аналитической форме методом вырезания узлов с применением Марле. Для выявления закономерности образования коэффициентов в формуле прогиба оказалось достаточным проанализировать последовательности решений шести ферм. Полученная формула обобщает решение [2]:

$$EF \Delta = P(A_n a^3 k_1 + B_n b^3 k_2 + C_n c^3 k_3) / (2b^2),$$

где $B_n = 1 - (-1)^n$, $C = n^2$, $A = n^2(1 + 5n^2) / 6$, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$. Коэффициент k_1 относится к поясам, k_2 – к стойкам, k_3 – к раскосам. Если суммарная нагрузка не зависит от числа панелей $P = P_s / (2n - 1)$, а пролет фиксирован $L = 2an$, то для относительного прогиба $\Delta' = EF \Delta / P_s$ можно построить график (рис. 2, размеры в метрах), на котором замечен минимум, приходящийся на 7 панелей при длине пролета 100 м и высоте $b=12$ м.

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Maple и Maplet. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
2. Андросова Д.И. О зависимости прогиба плоской балочной фермы с треугольной решеткой от числа панелей // *Вестник научных конференций*. 2015. № 2-2(2). Ч. 2. С. 14-15.
3. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // *Инженерно-строительный журнал*. 2016. №1(61). С. 25-32
4. 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.
5. Kirsanov M.N. Analytical calculation, marginal and comparative analysis of a flat girder // *Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture*. 2016. N 1 (29). Pp. 84-105.
6. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодеч-но» с произвольным числом панелей // *Инженерно-строительный журнал*. 2016. №1(61). С. 33-41.
7. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // *Вестник машиностроения*. 2015. № 8. С. 49-51.
8. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. №5(57). С. 58-65.
9. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы со сложной решеткой // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2015. № 3. С. 7-11.
10. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. №4(56). С. 38-44.
11. 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.
12. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // *Вестник МЭИ*. 2012. № 5. С. 5-8.
13. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2011. №5. С. 11-15.
14. Кирсанов М.Н. Напряженное состояние и деформации прямоугольного пространственного стержне-вого покрытия // *Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура*. 2016. №1(41). С. 93-100.
15. 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.
16. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2015. №6. С. 21-28.
17. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. №5(57). С. 66-73.
18. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // *Научный вестник*. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
19. 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.
20. 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.
21. 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.

© 2016, Андросова Д.И.

О выборе сечений в плоской балочной ферме с треугольной решеткой, загруженной по нижнему поясу

© 2016, Androsova D.I.

On the choice of cross sections in a flat beam girder with a triangular lattice, loaded on the bottom flange