DOI: 10.17117/na.2016.06.02.257

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.257.pdf>

Поступила (Received): 02.06.2016

Макаров М.Д.
Анализ смещения опоры плоской упругой арочной
фермы, нагруженной по верхнему поясу

Makarov M.D.
Analysis of displacement support plane elastic arch
truss loaded at the upper belt

Получено точное аналитическое выражение для горизонтального смещения подвижной опоры фермы под действием равномерной нагрузки. Для определения усилий в стержнях использовалась система компьютерной математики Maple.

Обобщение решения на произвольное число панелей выполнено методом индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple, интеграл Мора

The exact analytical expression for the horizontal displacement of the movable support of the truss under uniform load is obtained. To determine the forces in the rods used a system of computer mathematics Maple. Generalization of the solution for an arbitrary number of panels made by the method of induction

Key words: truss, deformation, induction, Maple, Mohr' integral

Макаров Максим Дмитриевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Makarov Maxim Dmitrievich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Ферма на рис. 1 относится к безраспорному балочному типу, название "арочная" относится лишь к ее форме. Смещение подвижной опоры ферм такого типа не изучено. В [1-5] получены точные аналитические решения для схем, близких к рассматриваемой. В этих работах использован метод индукции и операторы системы компьютерной математики Maple. Такой подход ранее использовался для получения решений для плоских [6-13] и пространственных [14-16] ферм. В общем случае он может быть применен и для любых регулярных систем [17-24].

Для вывода формулы зависимости смещений опоры от размеров фермы и числа панелей воспользуемся программой [25] для определения усилий в стержнях фермы. Сначала надо найти усилия от действия внешней нагрузки, затем от действия единичной силы, приложенной к опоре в направлении ее смещения. Результат находим по формуле Максвелла – Мора. Ряд отдельных результатов для ферм с различным числом панелей обобщаем методом индукции. В итоге получаем формулу $EF\Delta = P(C_n c^3 + B_n b^3 + A_n a^3) / (ab)$, где

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$, а коэффициенты имеют вид: $A_n = 2(3n - 2)(4n^2 - 2n + 1)$,
 $B_n = 2n(1 + 2n)$, $C_n = \frac{1}{6n}(20n^3 - 24n^2 + 7n + 3)$.

Рис. 1. Ферма при $n=2$

На рисунке 2 представлены кривые найденной зависимости, где обозначено $\Delta' = \Delta EF / P$.

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей $L = 2an = 40\text{м}$

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). С. 90-91
2. Поляков В.К. Формула для горизонтального смещения опоры безраспорной арочной фермы под действием равномерной нагрузки по верхнему поясу // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности. Ч. 10. Тамбов, 2015. С. 98-99.

3. Левин А.А. Аналитическое исследование горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузении нижнего пояса // Вестник научных конференций. 2015. № 1-4(1). С. 88-89.
4. Максимов Д.В. Анализ горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузении верхнего пояса // Вестник научных конференций. 2015. № 2-3(2). С. 90-91.
5. Михайлов А. Д. Формула для горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузении центрального узла // Вестник научных конференций. 2015. №2-3(2). С. 94-96.
6. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58-65.
7. 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.
8. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
9. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
11. 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.
12. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
13. 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.
14. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
15. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
16. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37-43.
17. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
18. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3-9.
19. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
20. 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.
21. Al-Shahrabi A. M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). Наука, образование, общество. Ч. 1. С. 6-7.
22. 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.
23. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
24. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
25. Кирсанов М.Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.