DOI: 10.17117/na.2016.06.02.282

Поступила (Received): 03.06.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.282.pdf>

Пилягина Л.А.

Зависимость горизонтального смещения опоры арочной фермы от числа панелей

Piliagina L.A.

The dependence of horizontal displacement of a support arched truss of the number of panels

Получено точное выражение для смещения подвижной опоры фермы от действия сосредоточенной силы в середине пролета. Использована формула Максвелла-Мора и метод индукции для вывод общих членов последовательности коэффициентов в искомой формуле

Ключевые слова: ферма, подвижная опора, индукция, Maple

The exact expression for the displacement of the movable support of the truss from the action of concentrated force at Midspan is obtained. Based on the formula of Maxwell-Mohr and induction method to the derivation of the General members of the sequence of coefficients in the desired equation are used

Key words: truss, a movable support, induction, Maple

Пилягина Любовь Александровна

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Piliagina Liubov Alexandrovna

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Задача о смещении опоры арочной фермы в аналитической форме решена в ряде работ [1-5]. Пользуясь теми же методами, решим подобную задачу для фермы на рисунке 1. Используем метод индукции и операторы системы компьютерной математики Maple. Ранее такой подход использовался в задачах о плоских [6-13] и пространственных [14-16] фермах. Индуктивный метод может быть применен и для любых регулярных систем [17-24].

Рис. 1. Ферма с тремя панелями в половине пролета ($n=3$)

Для нахождения усилий от действия внешней нагрузки и от действия единичной силы, приложенной к опоре в направлении ее смещения, входящих в формулу Максвелла – Мора, воспользуемся программой [25], написанной на языке Maple. Обратная матрица $G1$ и решение $s1$, Sp системы уравнений равновесия в Maple находятся просто: $G1:=1/G$; $s1:=G1.V1$; $Sp:=G1.Vp$: Здесь $V1$ и Vp – правые части системы, соответственно для единичной силы и нагрузки. Отдельные результаты для десяти ферм с различным числом панелей (от 1 до 10) обобщаем методом индукции. В итоге получаем формулу

$$EF\Delta = P(Aa^3 + Bb^3 + Cc^3)/(ab),$$

где $c = \sqrt{a+b}$, $A = \frac{(n+1)(2n^2+4n-3)}{3}$ – коэффициент, обобщающий последо-

вательность 2, 13, 36, 75, 134, 217, 328, 471, 650, 869, $B = \frac{n(2n-1)(n-1)}{3}$ – коэффициент, обобщающий последовательность 0, 2, 10, 28, 60, 110, 182, 280, 408, 570 и $C = n(4n+1)(n-1)/6$ – коэффициент, обобщающий последовательность 0, 3, 13, 34, 70, 125, 203, 308, 444, 615. Кривые зависимости относительного прогиба $\Delta' = EF\Delta / P$ от числа панелей при различных высотах b (в метрах) при $L = an = 10$ м отображены на рисунке 2.

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей n

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. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
8. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
9. 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.
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.