DOI: 10.17117/na.2016.06.02.302

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.302.pdf>

Поступила (Received): 03.06.2016

Фролов М.А.**Формула для горизонтального смещения
подвижной опоры шпренгельной фермы,
нагруженной по верхнему поясу****Frolov M.A.****The formula for the horizontal displacement of the
movable support of truss, loaded on the upper belt**

Найдено аналитическое выражение для горизонтального смещения подвижной опоры фермы под действием равномерной нагрузки. Для определения усилий в стержнях и решения рекуррентных уравнений использовались операторы системы компьютерной математики Maple. Обобщение решения на произвольное число панелей выполнено методом индукции

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

Фролов Михаил Алексеевич

Студент

Национальный исследовательский университет
«МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Found an analytical expression for the horizontal displacement of the movable support of the truss under uniform load. To determine the stresses in the bars and solution of recurrence equations the operators of a computer algebra system Maple are used. Generalization of the solution for an arbitrary number of panels made by the method of induction

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

Frolov Mikhail Alekseevich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Традиционная задача о деформации фермы – определение ее прогиба. Однако в практических приложениях часто возникает вопрос о величине смещения подвижной опоры. Это смещение может быть обусловлено как температурными деформациями упругих стержней фермы, так и нагрузкой. В настоящей работе ставится задача получения формулы для смещения опоры фермы за счет действия нагрузки (рис. 1). Подобная задача в аналитической форме решена в ряде работ [1-4] для арочных ферм. Для решения поставленной задачи используем метод индукции и операторы системы компьютерной математики Maple. Такой подход уже использовался в задачах о прогибе плоских [5-12] и пространственных [13-15] фермах. Индуктивный метод допускает применение и для любых регулярных систем [16-20], в том числе и ферм с учетом реологии материала [21, 22].

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

Воспользуемся формулой Максвелла – Мора. Для нахождения усилий от действия внешней нагрузки и от действия единичной силы, приложенной к опоре в направлении ее смещения, входящих в эту формулу, используем в качестве основы программу [23], написанную на языке Maple. Фрагмент программы с вводом координат узлов имеет вид

```
> for i to 2*n+1 do
> x[i]:=a*i-a: y[i]:=0:
> x[i+2*n+1]:=x[i]: y[i+2*n+1]:=b+c:
> od:
> for i to n do
> x[i+4*n+2]:=a*i-a: y[i+4*n+2]:=b:
> x[i+5*n+2]:=a*i+n*a: y[i+5*n+2]:=b:
> od:
```

Результаты расчетов для десяти ферм с различным числом панелей обобщаем методом индукции. В итоге получаем формулу $EF\Delta = \frac{PA_n a}{b+c}$, где $A_n = n(4n+1)(n-1)/6$. Кривые зависимости смещения $\tilde{\Delta} = \Delta EF / P_0$, где $P_0 = (2n+1)P$, изображены на рисунке 2 при $L = 2na = 20$ м.

Рис. 2. Зависимость смещения от числа панелей n

Список используемых источников:

1. Заборская Н.В. О горизонтальном смещении опоры плоской балочной фермы // Перспективы развития науки и образования. Ч. 9. Тамбов, 2015. С. 58-60.
2. Смирнов М.Д. Аналитическое определение горизонтального смещения опоры арочной фермы, нагруженной по нижнему поясу // Вестник научных конференций. 2015. № 2-3(2). С. 129-130.
3. Тарасюк Ю.О. Формула для горизонтального смещения опоры арочной фермы, нагруженной по верхнему поясу // Вестник научных конференций. 2015. №2-6(2). С. 133-134.
4. Колосов Н.А. Горизонтальное смещение опоры арочной фермы, нагруженной по верхнему поясу // Вестник научных конференций. 2015. № 4-1(4). С. 85-88.
5. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
6. 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.
7. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58-65.
8. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
9. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
10. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
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. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
13. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
14. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
15. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37-43.
16. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
17. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3-9.
18. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
19. 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.
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. Kirsanov M.N. Effect of the choice of the instability criterion in creep on the solution of the rod structure optimization problem // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 1992. Volume 33, No. 4. Pp. 573-576.
22. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25-32
23. Кирсанов М. Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.