DOI: 10.17117/na.2016.06.02.296

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.296.pdf>

Поступила (Received): 30.06.2016

Фам З.Б.**Расчет смещения подвижной опоры плоской балочной фермы со сложной решеткой****Pham Z.B.****The calculation of the displacement of the movable support of flat girder, with a complex lattice**

Решетка статически определимой фермы состоит из ряда панелей типа фермы Шухова. Методом индукции выводится формула зависимости смещения опоры под действием нагрузки в середине пролета. Аналитические преобразования выполнены в системе Maple
Ключевые слова: ферма, подвижная опора, индукция, Maple

The lattice of a statically determinate truss consists of a number of panels Shukhov's truss type. By the induction method the formula of the displacement of the support under load at Midspan is obtained. Analytical conversions are performed in the system Maple
Key words: truss, a movable support, induction, Maple

Фам Зуи Биен

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
г. Москва, ул. Красноказарменная, 14**Pham Zuy Bien**

Student

National research university "MPEI"
Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Фермы с простыми решетками и, как правило, параллельными поясами несложны в расчете с использованием известных из курсов теоретической и строительной механики методов. Для некоторых же конструкций (рис. 1) ни метод Риттера (сечений), ни метод последовательного вырезания узлов неприменимы. Такой фермой является и ферма, полученная как регулярное обобщение фермы Шухова [1]. Для определения усилий в ее стержнях требуется комплексное составление всех уравнений равновесия узлов с последующим решением этой (подчас весьма громоздкой) системы уравнений. Безусловно, если выбрать себе цель получения аналитических выражений, без методов компьютерной математики [1,2] здесь не обойтись. В настоящей работе ставится цель получения формулы для смещения подвижной (правой) опоры в зависимости от числа панелей и размеров фермы. Применим для этого метод индукции. Ранее этот метод широко применялся для решения подобных задач для плоских [3-11] и реже для пространственных ферм [12-14]. В общем, индуктивный вывод уравнений работает практически для любых регулярных систем [15-18].

Взяв за основу программу [2], найдем аналитические выражения для усилий в стержнях фермы. Ввод данных в программу начинается с нумерации стержней и шарниров (рис. 2) и ввода координат узлов.

Рис. 1. Ферма при $k=2$

Рис. 2. Нумерация шарниров и стержней фермы при $k=1$

Приведем соответствующий фрагмент программы:

```
> for i to 2*n+1 do
> x[i]:=a*i-a: y[i]:=-((-1)^i*b+b)/2:
> x[i+2*n+1]:=x[i]: y[i+2*n+1]:=h+((-1)^i*c+c)/2:
> od:
```

Здесь обозначено $n:=2*k$. Начало координат расположено в левой опоре. Рассмотрим упрощенный вариант фермы: $h=2c$, $b=c/2$. В результате индукции с применением интеграла Максвелла – Мора получена следующая формула

$$\Delta EF = P \frac{Af^3 + Bd^3 + Cc^3}{ac}, \text{ где } A=k^2, B=8k^2, C=54k^2-8. \text{ График этой зависимости}$$

для различных значений c дан на рисунке 3.

Рис. 3. Смещение опоры при $L=2ka=100$ м

Задача о смещении опоры фермы решена также в [19,20]. Обзор работ по аналитическим решениям для ферм содержится в [21,22].

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Maple и Maple. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
2. Матросов А. В. *Maple 6. Решение задач высшей математики и механики*. СПб: БХВ-Петербург, 2001. 528 с.
3. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
4. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.
5. 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.
6. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
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. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
10. Реутов Д.О. Индуктивный анализ прогиба фермы регулярной структуры в системе Maple // Международная научно-практическая конференция ИТОН-2014. Казань: Фолиант, 2014. С. 256-261.
11. 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.
12. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
13. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
14. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37–43.
15. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89–93.
16. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3–9.
17. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18–22.
18. 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.
19. Комарова А.Р. Аналитическое исследование горизонтального смещения опоры балочной фермы // Научный альманах. 2016. N 4-3(18). С.251–253.
20. Заборская Н. В. О горизонтальном смещении опоры плоской балочной фермы // Перспективы развития науки и образования. Ч. 9. Тамбов, 2015. С. 58-60.
21. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21–28.
22. Кийко Л. К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1(7). С. 247–254.