

DOI: 10.17117/na.2017.04.03.198

http://ucom.ru/doc/na.2017.04.03.198.pdf

Поступила (Received): 23.04.2017

Васильченко Д.И. Аналитическая оценка смещения подвижной опоры в ферме с усиленной крестообразной решеткой

Vasilchenko D.I. Analytical evaluation of displacement of the movable support in the truss with reinforced cross bars

Получены формулы для горизонтального смещения опоры и усилий в наиболее растянутых и сжатых стержнях статически определимой фермы с произвольным числом панелей. К ферме приложена равномерно распределенная нагрузка. В расчетах использована формула Максвелла-Мора и система компьютерной математики Maple

Ключевые слова: ферма, опора, смещение, усилия в стержнях Maple

The formulas for horizontal displacement of the support and forces in the most stretched and compressed rods statically determinate truss with an arbitrary number of panels are obtained. The uniformly distributed load is applied to the truss. The calculations used the formula of Maxwell-Mohr and the system of computer mathematics Maple

Key words: truss, support, displacement, forces in rods, Maple

Васильченко Данил Игоревич

Студент

Национальный исследовательский университет

«МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Vasilchenko Danil Igorevich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

To reduce the length of the compressed rods of the upper belt in the introduced schema of truss an additional terminals are given (Fig. 1). Under load, the truss receives not only the vertical deflection, which is a standard task [1-12], but the horizontal displacement of the movable support [13] too.

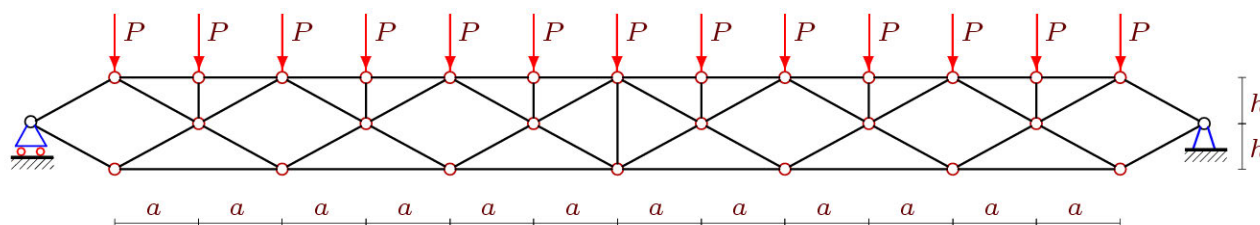


Fig. 1. Truss, $n = 2k = 6$

Derive a formula for this displacement in the truss with an arbitrary number of panels. To determine force in members of statically determinate truss, use the program [14], written in the language of symbolic mathematics Maple. The program uses

a method of cutting of knots. Data entry into the program begins with the numbering of the terminals and nodes (Fig. 2).

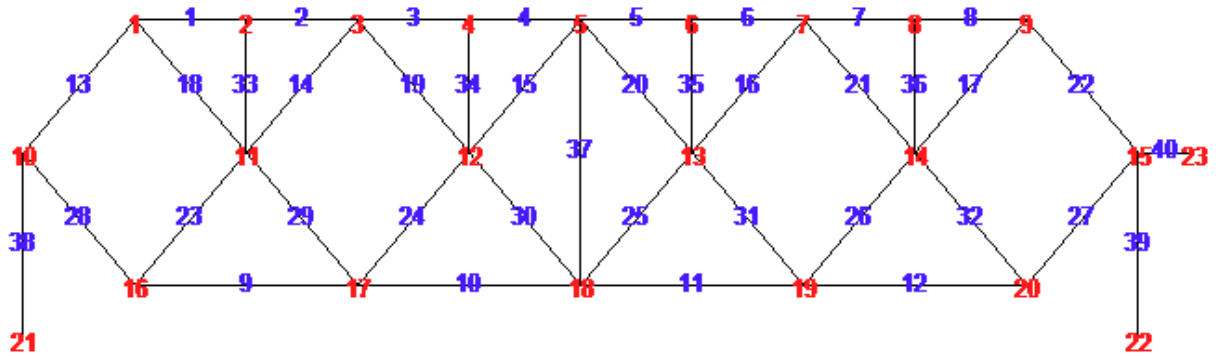


Fig. 2. Numbers of members and nodes, $n=2k=4$

Data of the coordinates of the nodes are entered into the program in a loop. Place origin of coordinates at the left of the movable support. Here's the code

```
>for i to 2*n+1 do x[i]:=(i-1)*a; y[i]:=2*h; od:
>for i to n+2 do x[i+2*n+1]:=(i-1)*2*a-a; y[i+2*n+1]:=h; od:
>for i to n+1 do x[i+3*n+3]:=(i-1)*2*a; y[i+3*n+3]:=0; od:
```

Lattice is sets by special vectors containing the numbers of all the relevant members

```
>for i to 2*n do N[i]:=[i,i+1];od:
>for i to n do N[i+2*n]:=[3*n+3+i,i+3*n+4];
> N[i+7*n+4]:=[2*n+2+i,2*i]; od:
>for i to n+1 do
>N[i+3*n]:=[2*i-1,i+2*n+1];
>N[i+4*n+1]:=[2*i-1,i+2*n+2];
>N[i+5*n+2]:=[i+3*n+3,i+2*n+2];
>N[i+6*n+3]:=[i+3*n+3,i+2*n+1]; od:
>N[8*n+5]:=[n+1,3*n+k+4]:
```

The formula for the support offset will be find using the formula of Maxwell-Mohr

$$\Delta = \sum_{i=1}^{m-3} S_i S_i l_i / (EF)$$

Here EF is the stiffness of the rods (same for entire truss), S_i – the forces in the rods from the action of external loads P , $S_i N_i$ – the forces in the rods from the action of a unit horizontal force applied at the left support, l_i – the lengths of the rods. Summation is conducted only on the deformable member. The calculation of the number of trusses with different number of panels have shown that the form of solution does not depend on k :

$$EF\Delta = P(A_k a^3 + C_k c^3 + h^3) / (ah),$$

where $c = \sqrt{a^2 + h^2}$ – is the length of the braces. The coefficients in this formula are defined by induction in the system Maple and are as follows

$$A_k = 1 - (-1)^k + 2k, C_k = k + (1 - (-1)^k) / 2.$$

In figure 3 the curves constructed according to the dependences with $L=ak=10m$. The notation for the relative deflection $\Delta' = \Delta EF / P$. Self-intersections of the curves at certain values of height and number of panels is typical for this solution.

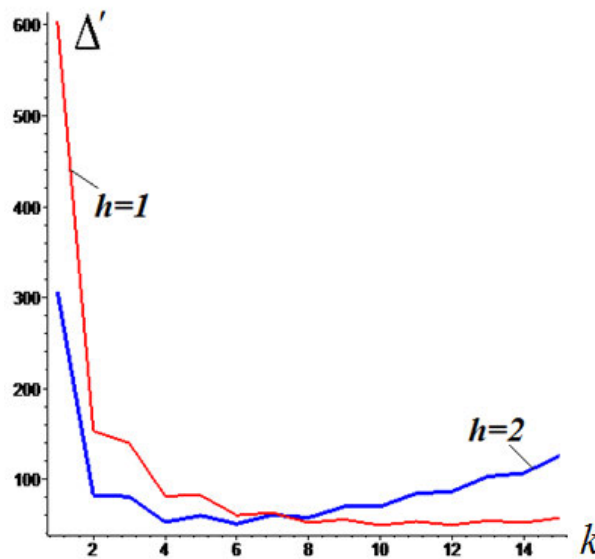


Fig. 3. The dependence of the displacement of the number of panels

The method of induction was found also the expression for the stress at the most extended rod in the middle of the bottom belt $F_+ = P(k + k^2 + (1 - (-1)^k) / 4)a / h$. In the most compressed core of the force has the form

$$F_- = -P(k + k^2 - (1 - (-1)^k) / 4)a / h.$$

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н., Маслов А.Н. Формулы для расчета прогиба балочной многорешетчатой фермы // Строительная механика и расчет сооружений. 2017. 2(271). С. 4-10.
2. Кирсанов М.Н. Сравнительный анализ жесткости двух схем арочной фермы // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 9 (36). С. 44-55.
3. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25-32). DOI: 10.5862/МСЕ.61.3
4. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 3 (260). С. 7-12.
5. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы с решеткой типа «butterfly» // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 4 (267). С. 2-5.
6. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66-73.
7. Тиньков Д.В. Формулы для расчёта прогиба впарушенной балочной раскосной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. Т. 2. № 13 (13). С. 10-14.
8. Тиньков Д.В. Формулы для расчёта прогиба впарушенной балочной раскосной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. Т. 2. № 13 (13). С. 10-14.
9. Кирсанов М.Н. О влиянии наклона подвижной опоры на жесткость балочной фермы // Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 35-44.
10. Кирсанов М.Н. Оценка прогиба и устойчивости пространственной балочной фермы // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 5 (268). С. 19-22.
11. 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.

12. 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.
13. Васильченко Д.И. *Формула для смещения опоры балочной фермы типа Больмана* // Научный альманах. 2016. N 8-1(22). С. 261-263.
14. Кирсанов М.Н. *Задачи по теоретической механике с решениями в Maple 11* -М.: Физматлит, 2010. 264 с.

© 2017, Васильченко Д.И.

Аналитическая оценка смещения подвижной опоры в ферме с усиленной крестообразной решеткой

© 2017, Vasilchenko D.I.

Analytical evaluation of displacement of the movable support in the truss with reinforced cross bars