

DOI: 10.17117/na.2017.03.03.266

<http://ucom.ru/doc/na.2017.03.03.266.pdf>

Поступила (Received): 28.03.2017

Кирсанов М.Н., Ши Кайфэй Расчет прогиба фермы с крестообразной решеткой в системе Maple

Kirsanov M.N., Shi Kaifei The calculation of the deflection of the truss with cross bars in the system Maple

Методом индукции с применением системы компьютерной математики Maple выводится формула для прогиба плоской статически определимой фермы в зависимости от числа панелей. Рассмотрено действие равномерно распределенной по верхнему поясу нагрузки. Усилия в стержнях определяются методом вырезания узлов

The method of induction with the use of a computer algebra system Maple displays the formula for deflection of statically determinate flat truss depending on the number of panels. Considered the effect of load uniformly distributed on the upper zone. The forces in the rods are determined by cutting out the nodes

Ключевые слова: ферма, прогиб, формула Максвелла-Мора, Maple

Key words: truss, deflection, Maxwell-Mohr' formula, Maple

Кирсанов Михаил Николаевич

*Доктор физико-математических наук, профессор
Национальный исследовательский университет
«МЭИ»
г. Москва, ул. Красноказарменная, 14*

Kirsanov Mikhail Nikolaevich

*Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor
National research university "MPEI"
Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14*

Ши Кайфэй

*Студент
Национальный исследовательский университет
«МЭИ»
г. Москва, ул. Красноказарменная, 14*

Shi Kaifei

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

Analytical calculation of the structure has a number of advantages in comparison with numerical calculation. Main advantage is the simplicity of the result and the possibility of its verification. In addition, if this solution gives the dependence of the number of elements, e.g., when truss has large number of rods, there is still the advantage of overcoming the "curse of dimensionality" – the inevitable in the numerical solution loss of accuracy. All of this can be demonstrated in the derivation of the formula for the deflection of the truss in figure 1.

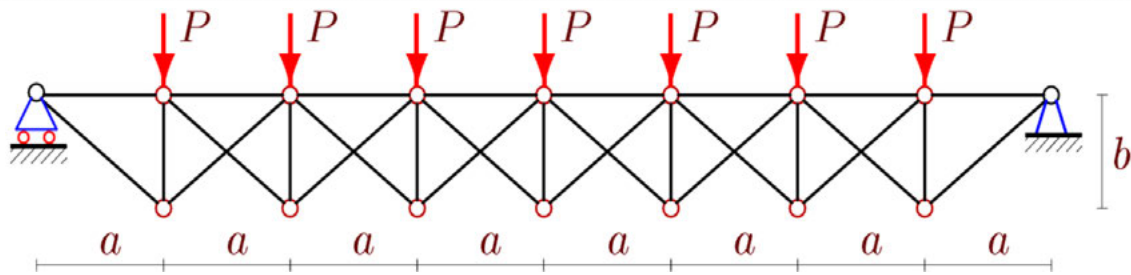


Fig. 1. Truss, n=4

To determine the deflection we have the equation of Maxwell-Mohr $\Delta = \sum_{i=1}^{m-3} S_i N_i l_i / (EF)$, where S_i the following designations are used: N_i – the forces in the rods of the truss from the action of external loads distributed on the upper zone, the forces in the rods from the action of a single force applied to a node in the middle of the span l_i – the lengths of the rods, $m=8n$ is the number of rods along with three support rods. It is assumed that the stiffness EF all rods are the same. As a tool to determine the stresses in the bars of the truss take the program [1] written in the language of computer mathematics Maple. The deflection of the trusses under the action of concentrated forces is studied in [2]. Enter information about the geometry of the truss program consists of two parts – input of the coordinates of the nodes and enter the order of connection of nodes and cores. We give the fragment program with the input coordinates. The origin of coordinates is placed to the left stationary node (Fig. 2).

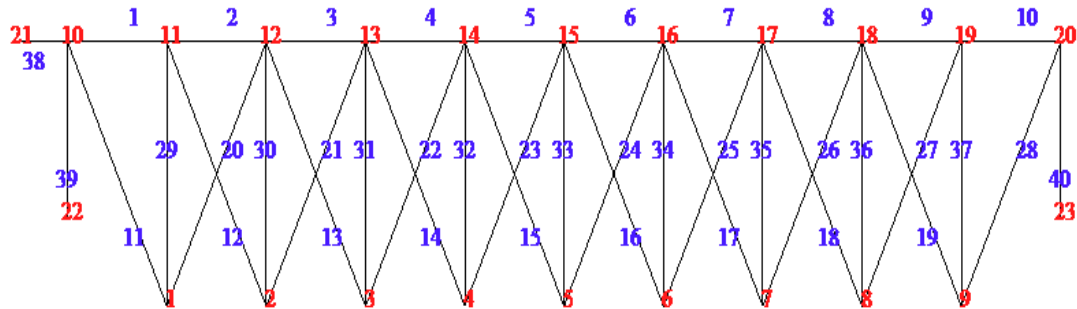


Fig. 2. The numbering of nodes and rods, n=5

The coordinates are of the form:

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

Information about the ends of the rod number i entered in two lists: the list of conditional start terminal $Nbeg[i]$ and end $Nend[i]$. For this truss input as follows

```
> for i to 2*n do
> Nbeg[i]:=i+2*n-1; Nend[i]:=i+2*n;
> od:
> for i to 2*n-1 do
> Nbeg[i+2*n]:=i; Nend[i+2*n]:=i+2*n-1;
```

```
> Nbeg[i+4*n-1]:=i; Nend[i+4*n-1]:=i+2*n+1;
> Nbeg[i+6*n-2]:=i; Nend[i+6*n-2]:=i+2*n;
> od;
```

As a result of induction according to the calculations of ten trusses ($n=1,\dots,10$) we have the following formula:

$$\Delta = Pn^2 \frac{Aa^3 + Dc^3 + Cb^3}{EF}, \quad c = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad (1)$$

where the coefficients

$$A = (5n^2 - 2) / 3, D = (5n^2 + 1) / 6, C = 5(n^2 - 1) / 3$$

obtained from the solution of the recurrence equations which they satisfy based on the results of the special operator **rgf_findrecur** system Maple.

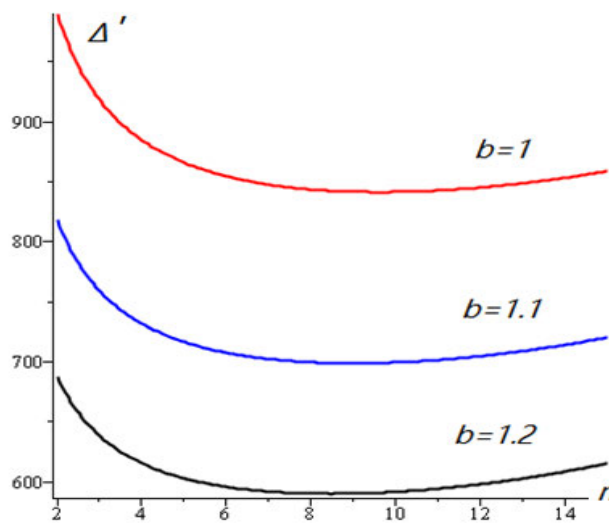


Fig. 3. Deflection

Figure 3 shows the curves of dimensionless deflection $\Delta' = \Delta EF / (P_0 L)$ solution (1), $P_0 = 2P(n - 1)$, $L = 2an = 100$ m. All curves reveal pronounced minima, giving to the designer the possibility to optimize the design. In [3-13] this analytical solution with use of system Maple obtained by the method of induction for planar and spatial trusses. The double induction used in [14-15] to construct lines of influence in trusses.

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Решebник. Теоретическая механика*/Под ред. А.И.Кириллова -М.: Физматлит, 2008. 382 с.
2. Дегтярев Н. Р., Троцило А. П. *Прогиб балочной фермы шпренгельного типа* // Актуальные вопросы образования и науки. Ч. 10. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2014. С. 52-54.
3. Кирсанов М.Н., Маслов А.Н. *Формулы для расчета прогиба балочной многорешетчатой фермы* // Строительная механика и расчет сооружений. 2017. 2(271). С. 4-10.
4. Кирсанов М.Н. *Сравнительный анализ жесткости двух схем арочной фермы* // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 9 (36). С. 44-55.
5. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет балочной фермы со сложной решеткой* // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 3 (260). С. 7-12.
6. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет балочной фермы с решеткой типа «butterfly»* // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 4 (267). С. 2-5.

7. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66–73.
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. 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.
10. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
11. Харик С.А. Индуктивный метод для расчета прогиба плоской статически определимой фермы, загруженной в середине пролета//Научный альманах. 2016. N 11-2(25). С. 332–334.
12. Ершов Л.А. Расчет прогиба балочной фермы, загруженной по верхнему поясу и половине верхнего пояса в аналитической форме//Научный альманах. 2016. N 9-2(23). С. 21-23.
DOI: 10.17117/na.2016.09.02.021
13. Кирсанов М.Н. О влиянии наклона подвижной опоры на жесткость балочной фермы//Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 35-44.
14. 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.
15. 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.

© 2017, Кирсанов М.Н., Ши Кайфэй

Расчет прогиба фермы с крестообразной решеткой
в системе Maple

© 2017, Kirsanov M.N., Shi Kaifei

The calculation of the deflection of the truss with
cross bars in the system Maple