

DOI: 10.17117/na.2017.02.03.272

http://ucom.ru/doc/na.2017.02.03.272.pdf

Поступила (Received): 19.02.2017

**Салимов М.С.
Формула для прогиба составной фермы,
загруженной по нижнему поясу**

**Salimov M.S.
The formula for deflection of a composite truss,
loaded on the bottom flange**

Части симметричной плоской статически определимой балочной фермы с прямоугольной раскосной решеткой соединены тремя стержнями. Усилия в стержнях определяются методом вырезания узлов в системе Maple. Прогиб находится методом индукции для произвольного числа панелей

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

Салимов Максим Сергеевич

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

Part of the symmetric flat statically determinate girder, with a rectangular diagonal bars are connected by three rods. The forces in the rods are determined by cutting out the nodes in the system Maple. Deflection is found by the method of induction for arbitrary number of panels

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

Salimov Maksim Sergeevich

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

Symmetrical truss includes n panels in each of the parts (Fig. 1). The truss contains $m=8n+8$ rods together with three support (two of them simulate stationary pivot bearing right, and one – left). In the truss $4n+4$ nodes, for which you can make m equilibrium equations in projections on coordinate axes. To compose and solve this system we use the program [1], proven in a number of decisions of similar problems on deflection flat [2-16] and spatial [17-19] trusses.

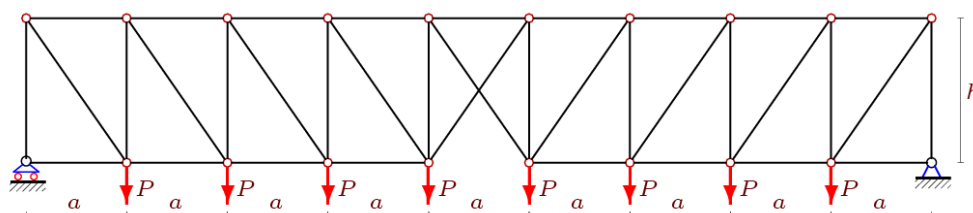


Fig. 1. Truss, load, $n=4$

We give the fragment program to enter the coordinates of the nodes, necessary for the calculation of the guides of the cosines of the forces (Fig. 2):

```

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

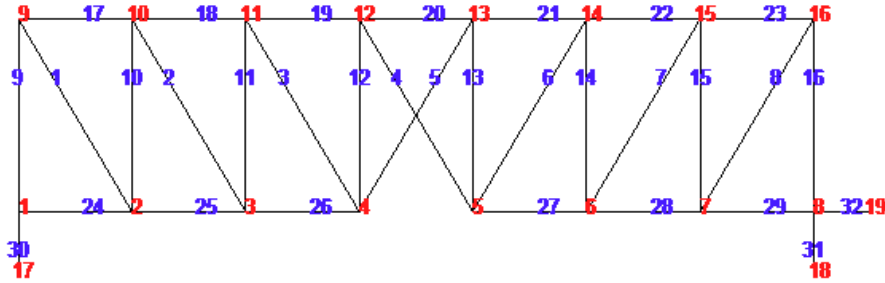


Fig. 2. Truss, node numbers, n=3

Lattice of truss is introduced in the program by the numbers of the ends of the rods in special vectors **N[i]**:

```

>for i to n+1 do
> N[i]:=[i+1,i+2*n+2];
> N[i+n+1]:=[i+n,i+3*n+3];
> od:
> for i to 2*n+2 do
> N[i+2*n+2]:=[i,i+2*n+2];
> od:
    
```

The matrix of the system of equilibrium equations is formed in a cycle by the number of rods. The solution of the system yields the expressions for the forces symbolically. For calculation of deflection the integral Maxwell – Mora $\Delta = \sum_{i=1}^{m-3} S_i N_i l_i / (EF)$ is used, where EF is the stiffness of the rods (same for all elements), S_i – is the forces in the rods from the action of external loads P , s_i – the forces in the rods from the action of a unit vertical force applied to node $n+1$ in the lower zone (closest to mid-span), l_i is the length of the rods. Summation is conducted on the deformable rods only.

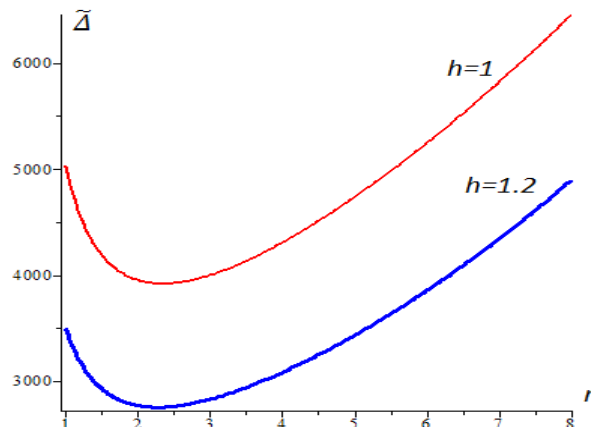


Fig. 3. Dependence $\Delta = EF\Delta / P$ on the number of panels, $L=an=10m$

By induction, we obtain the following solution

$$EF\Delta = P(A_n a^3 + C_n (h^3 + c^3)) / h^2,$$

where $A_n = n(5n^3 / 4 + 4n^2 + 13n / 4 + 1 / 2) / 3$, $C_n = n^3 / 2 + n^2 + n / 2$, $c = \sqrt{a^2 + h^2}$.

The coefficients obtained using operators `rgf_findrecur` and `rsolve` the computer algebra system Maple. A graph of the deflection of the number of panels with constant length of the span shows the presence of extrema.

Overview of analytical solutions for flat trusses can be found in [20-21].

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Решебник. Теоретическая механика*/Под ред. А.И.Кириллова -М.: Физматлит, 2008. 382 с.
2. Zhukov A.A. *Analytical calculation of the deflection of the truss in the Maple system*// Science Almanac. 2016. N 9-2(23). Pp. 24-26. DOI: 10.17117/na.2016.09.02.024
3. Zimenkov N.A. *The formula for the deflection of flat truss*// Science Almanac 2016. N 10-3(24). Pp. 365-367.
4. Кирсанов М.Н. *Статический анализ и монтажная схема плоской фермы*//Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2016. № 5 (39). С. 61-68.
5. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет балочной фермы с решеткой типа «Butterfly»*//Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 4 (267). С. 2-5.
6. Кирсанов М.Н. *Оценка прогиба и устойчивости пространственной балочной фермы*//Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 5 (268). С. 19-22.
7. Кирсанов М.Н. *О влиянии наклона подвижной опоры на жесткость балочной фермы* // Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 35-44.
8. Kirsanov M. *An inductive method of calculation of the deflection of the truss regular type*//Architecture and Engineering. 2016. T. 1. № 3. Pp. 14-17.
9. Al-Shahrabi A. M., Kirsanov M.N. *Line of influence of the deflection for cantilever truss* // Bulletin of Scientific Conferences. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
10. 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*// Bulletin of Scientific Conferences. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
11. Jiang H., Kirsanov M.N. *An analytical expression for the influence line of the truss*// Bulletin of Scientific Conferences. 2016. № 1-5 (5). С. 10-11. DOI: 10.17117/cn.2016.01.05
12. Кирсанов М.Н. *Расчет прогиба симметричной балочной фермы в аналитической форме*//Строительная механика и конструкции. 2016. Т. 2. № 13 (13). С. 5-9.
13. Кирсанов М.Н., Васьков М.И. *О зависимости прогиба составной балочной фермы с параллельными поясами от числа панелей при загрузении верхнего пояса*//Моделирование и механика конструкций. 2016. № 4. С. 3.
14. Кирсанов М.Н. *Аналитическое выражение для прогиба балочной фермы со сложной решеткой*//Моделирование и механика конструкций. 2016. № 4. С. 4.
15. Кирсанов М.Н. *Сравнительный анализ жесткости двух схем арочной фермы*//Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 9 (36). С. 44-55.
16. Тиньков Д.В. *Формулы для расчёта прогиба вступившей балочной раскосной фермы с произвольным числом панелей*// Строительная механика и конструкции. 2016. Т. 2. № 13 (13). С. 10-14.
17. Кирсанов М.Н. *Расчет пространственной стержневой системы, допускающей мгновенную изменяемость* //Строительная механика и расчет сооружений. 2012. № 3. С. 48-51.
18. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет пространственной стержневой системы*//Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. № 1. С. 49-53.
19. Kirsanov M.N. *Analysis of the buckling of spatial truss with cross lattice*. Magazine of Civil Engineering. 2016. No. 4. Pp. 52–58. doi: 10.5862/MCE.64.
20. Кийко Л.К. *Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки* // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247– 254
21. Тиньков Д.В. *Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций* // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66–73.