

DOI: 10.17117/na.2017.02.03.275

<http://ucom.ru/doc/na.2017.02.03.275.pdf>

Поступила (Received): 23.02.2017

Смирнова А.А., Рахматулина А.Р. Аналитический расчет смещения опоры шпренгельной фермы

Smirnova A.A., Rakhmatulina A.R. Analytical calculation of the displacement of the truss support

Балочная плоская статически определимая ферма имеет две вертикальные и две горизонтальные опоры. Методом вырезания узлов в аналитической форме определяются усилия в стержнях. Смещение вычисляется по формуле Максвелла-Мора.

Полученное решение методом индукции обобщается на произвольное число панелей

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

Flat beam statically determinate truss has two vertical and two horizontal supports. Using cut nodes the forces in the rods are obtained in the analytical form. The offset is calculated by the formula of Maxwell-Mohr. The solution can be generalized to an arbitrary number of panels using induction method

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

Смирнова Анастасия Алексеевна

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Smirnova Anastasia Alekseevna

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Рахматулина Анна Ринатовна

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Rakhmatulina Anna Rinatovna

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

The studied truss (Fig. 1) externally statically indeterminate. To determine the reactions of supports of the three equations of equilibrium of the structure is not enough. Despite this, the algorithm presented in [1] allows not only to obtain the solution for the stresses in the bars, but to find the deflection and displacement of the supports in analytical form for arbitrary number of panels.

The same exact solutions were previously obtained for deflection and displacement of the supports of the flat [2-18] and space trusses [19-21].

Find a formula for the horizontal displacement of the support of the truss, applying the method to cut nodes to determine the stresses in the bars and the formula of

Maxwell - Mohr $\Delta = \sum_{i=1}^{m-4} \frac{S_i s_i l_i}{EF}$ to calculate the offset. Here EF is the stiffness of the rods

(same for all rods in the truss), S_i - the forces in the rods from the action of external

loads P, s_i – the forces in the rods from the action of unit horizontal force applied to the support, l_i – the lengths of the rods. Summation is conducted on the deformable member.

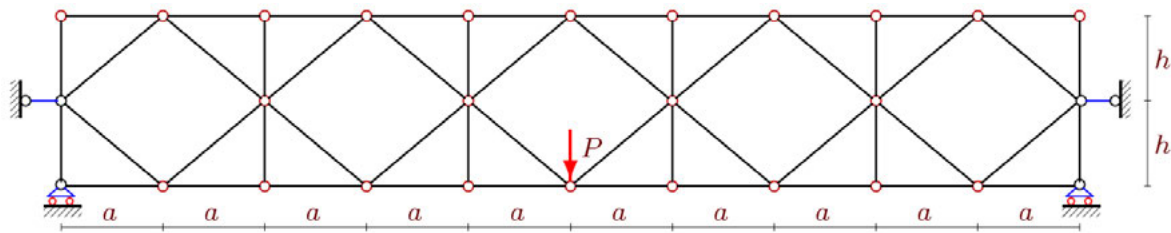


Fig. 1. Truss, $k=3, n=5$

The support rods are assumed to be rigid and in sum are not included. In this structure, panels with n number of terminals, number of rods is equal to $m=10n+6$ (supports are included). It is seen that for even n the equations of equilibrium degenerates. Suppose that $n=2k-1$. In the program [1] in the language of Maple shall contain the following node coordinates (Fig. 2):

```

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

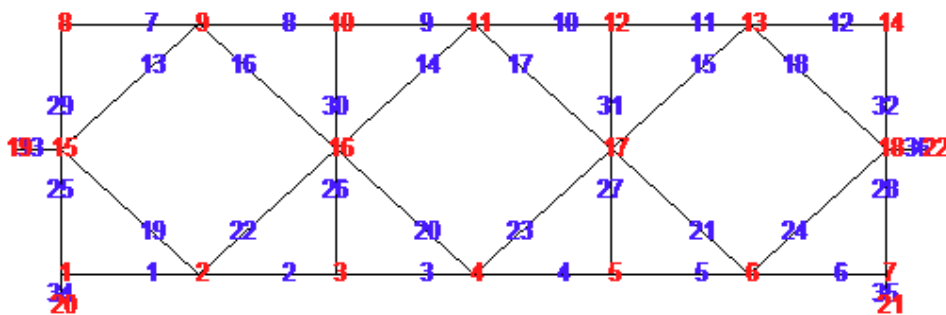


Fig. 2. Numbers of nodes, $k=2, n=3$

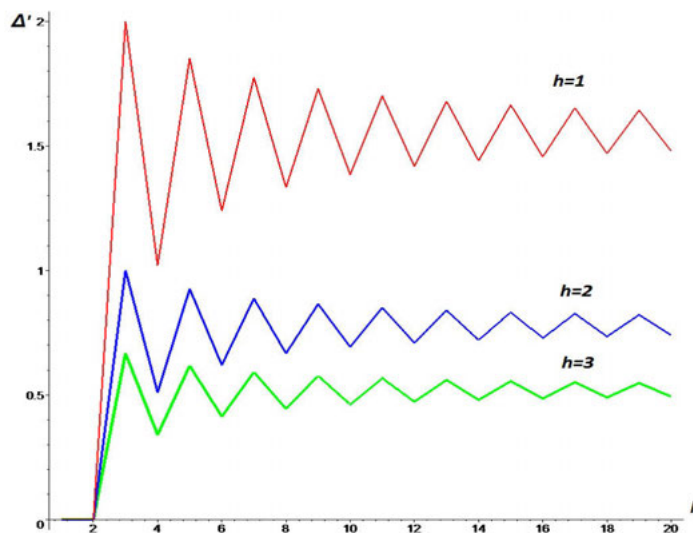


Fig. 3. Offset support

From the analysis of a series of solutions for trusses with different numbers of panels were obtained of a sequence of coefficients, for which the operators of Maple found common members, the coefficients of the desired formula. Obtained the following expression: $EF\Delta = P(a^2(2k^2 - 2k(1 + (-1)^k) - 1 + (-1)^k)) / (4h)$. Curves offset $\Delta' = \frac{EF\Delta}{P}$ to the number k that determines the number of panels, and $L=50$ m, $a=L/k$ given in Fig. 3.

In [22] an overview of some results of applying the method of induction to the derivation of the formula for flat trusses is given.

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Решебник. Теоретическая механика/Под ред. А.И.Кириллова -М.: Физматлит, 2008. 382 с.*
2. Пономарева М.А. *The displacement of the support trusses with parallel belts under uniform load // Science Almanac. 2016. N 4-3(18). С.257-259.*
3. Voropai R.A., Kazmiruk I.Yu. *Analytical study of the horizontal stiffness of the flat statically determinate arch truss// Bulletin of Scientific Conferences. 2016. № 2-1(6). Pp. 10-12*
4. Voropai R. A. *Analysis of the deflection of the regular truss with cross type lattice// Science Almanac. 2016. N 4-3(18). С.238-240.*
5. Shipaeva A.S. *Calculation of the deflection of girder beam loaded on the bottom flange in the system Maple//Science Almanac. 2016. N 5-3(19). Pp. 236-239.*
6. Bolotina T. D. *The deflection of the flat arch truss with a triangular lattice depending on the number of panels//Bulletin of Scientific Conferences. 2016. № 4-3(8). P.7-8.*
7. 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.*
8. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет балочной фермы с решеткой типа «Butterfly»//Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 4 (267). С. 2-5.*
9. Кирсанов М.Н. *Оценка прогиба и устойчивости пространственной балочной фермы//Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 5 (268). С. 19-22.*
10. Кирсанов М.Н. *О влиянии наклона подвижной опоры на жесткость балочной фермы // Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 35-44.*
11. 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.*
12. 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.*
13. 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.*
14. Кирсанов М.Н. *Расчет прогиба симметричной балочной фермы в аналитической форме//Строительная механика и конструкции. 2016. Т. 2. № 13 (13). С. 5-9.*
15. 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.*
16. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет решетчатой фермы //Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.*
17. Кирсанов М.Н. *Сравнительный анализ жесткости двух схем арочной фермы//Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 9 (36). С. 44-55.*
18. 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.*
19. Кирсанов М.Н. *Расчет пространственной стержневой системы, допускающей мгновенную изменяемость //Строительная механика и расчет сооружений. 2012. № 3. С. 48-51.*
20. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет пространственной стержневой системы//Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. № 1. С. 49-53.*

21. 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.*
22. Тиньков Д.В. *Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66–73.*

© 2017, Смирнова А.А., Рахматулина А.Р.
 Аналитический расчет смещения опоры
 шпренгельной фермы

© 2017, Smirnova A.A., Rakhmatulina A.R.
 Analytical calculation of the displacement of the truss
 support