

DOI: 10.17117/na.2017.03.03.270

<http://ucom.ru/doc/na.2017.03.03.270.pdf>

Поступила (Received): 25.03.2017

Кирсанов М.Н., Ши Кайфэй Формулы для расчета балочной фермы с несимметричной треугольной решеткой

Kirsanov M.N., Shi Kaifei The formulas for calculating girders with asymmetric triangular lattice

С использованием метода индукции и системы компьютерной математики Maple выводится формула зависимости прогиба плоской статически определимой фермы с нестандартной решеткой от числа панелей. Рассмотрено действие сосредоточенной силы. Усилия в стержнях определяются методом вырезания узлов. Получены общие выражения для усилий в критических стержнях. Найдена асимптотика решения

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

Кирсанов Михаил Николаевич

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

Ши Кайфэй

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

Using the method of induction, and a computer algebra system Maple displays the formula of dependence of deflection of statically determinate flat truss with custom grille from the number of panels. Considered the action of concentrated forces. The forces in the rods are determined by cutting out the knots. The General expressions for efforts in critical cores are obtained. The asymptotic of the solution is found

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

Kirsanov Mikhail Nikolaevich

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

Shi Kaifei

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

Derive the formula for the deflection of the truss (Fig. 1). We use the Maxwell-Mohr formula and program [1] of calculation of the forces in the bars truss. Similar problem when $a=b$ was solved in [2]. The enter information about the geometry of the truss in 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 of coordinates. The origin of coordinates is placed to the left stationary node (Fig. 2).

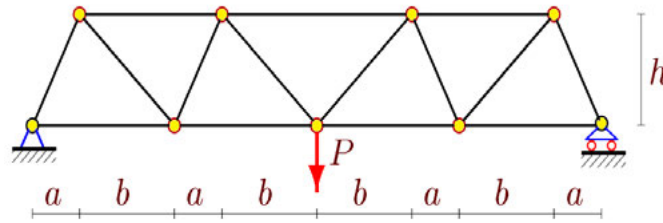


Fig. 1. n=2

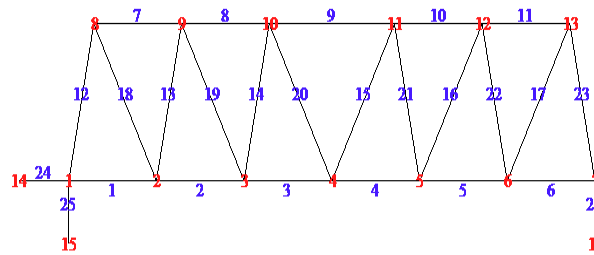


Fig. 2. The numbering of nodes and cores, n=3

The coordinates of the nodes of the lower zone:

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

top belt:

```
> for i to n do
```

```
> x[i+2*n+1]:=x[i]+a; y[i+2*n+1]:=h:
```

```
> x[i+3*n+1]:=x[i+n]+b; y[i+3*n+1]:=h:
```

```
> od:
```

The order of connection of nodes and cores similar to the task graph in discrete mathematics. The vectors contain information about the numbers of ends of the corresponding rod. The vectors of the lower zone have the following form:

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

Vectors of the upper belt:

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

The lattice vectors:

```
> for i to 2*n do
```

```
N[i+4*n-1]:=[i,i+2*n+1]; N[i+6*n-1]:=[i+1,i+2*n+1]; od:
```

The matrix of the system of equilibrium equations of the nodes contains the cosines of the guide rods, calculated using their coordinates. By induction on the eight trusses we obtain the expression for deflection

$$\Delta = P \frac{A(a^3 + b^3) + Dab(a + b) + C(c^3 + d^3)}{2h^2 EF},$$

where the length of the braces is designated as $c = \sqrt{a^2 + h^2}$, $d = \sqrt{b^2 + h^2}$. The coefficients have the following form: $A = n(1 + 2n^2) / 3$, $D = 2n^3$, $C = n$. For the coefficient D required use of operator rsolve of Maple to solve homogeneous recurrence equation $D_n = 4D_{n-1} - 6D_{n-2} + 4D_{n-3} - D_{n-4}$.

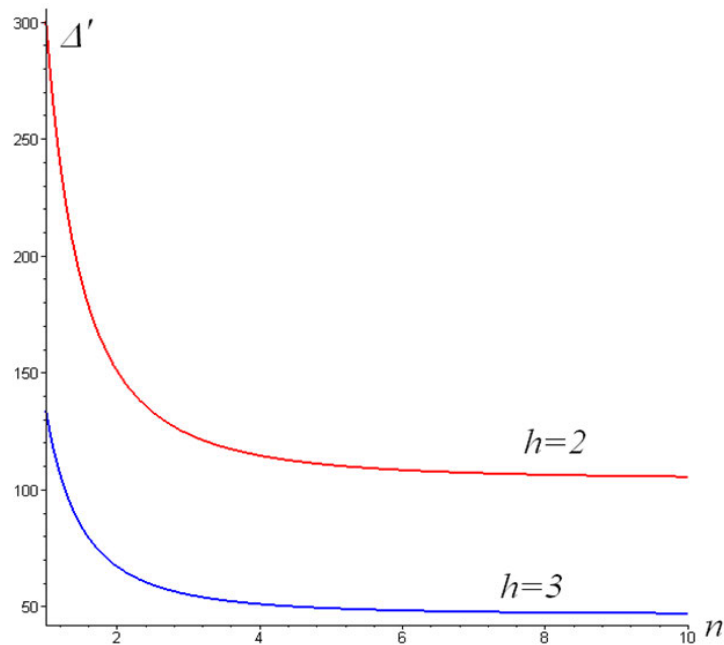


Fig. 3

In Fig. 3 curves are plotted for the dimensionless deflection $\Delta' = \Delta EF / (PL)$ at $b=1$ m, $L=2n(a+b)=100$ m. When $a=b$ the result is identical with [2]. Note that in [2] a typo in illustration – set size panel a instead of $2a$.

To assess the stability and structural strength derive the formula for forces in the most compressed rod in the middle of the top of the belt: $S_{3n} = -P(na + (n-1)b) / (2h)$. The stress in the most extended rod of the middle of the lower belt (Fig. 2) $S_n = Pn(a+b) / h$. Limit shows the cubic nature of the growth trough. Based on the method of induction and program [1] in [2-15] obtained exact analytical expressions for the deflection of flat trusses, and in [16-18] for spatial.

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Решебник. Теоретическая механика*. М.: Физматлит, 2008. 382 с.
2. Жакетов Д. Д., Яцков В. Б. *Прогиб плоской балочной фермы с треугольной решеткой // Наука и образование в XXI веке*. 2014. Т. 31. С. 34–36.
3. Кирсанов М.Н. *Генетический алгоритм оптимизации стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений*. 2010. № 2. С. 60-63.
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 со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений*. 2015. № 3 (260). С. 7-12.
6. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет балочной фермы с увеличенным подферменным пространством // Строительная механика и расчет сооружений*. 2015. № 5 (262). С. 21-25.
7. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет, предельный и сравнительный анализ плоской балочной фермы // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. 2015. № 3 (39). С. 86-93.
8. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет балочной фермы с решеткой тина «butterfly» // Строительная механика и расчет сооружений*. 2016. № 4 (267). С. 2-5.
9. Кирсанов М.Н. *О влиянии наклона подвижной опоры на жесткость балочной фермы // Вестник МГСУ*. 2016. № 10. С. 35-44.

10. Shipaeva A.S. Calculation of the deflection of girder beam loaded on the bottom flange in the system Maple // Научный альманах. 2016. N 5-3(19). С. 236-239.
11. Bolotina T. D. The deflection of the flat arch truss with a triangular lattice depending on the number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 4-3(8). С.7-8.
12. Voropai R. A., Kazmiruk I.Yu. Analytical study of the horizontal stiffness of the flat statically determinate arch truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 10-12
13. Voropai R. A. Analysis of the deflection of the regular truss with cross type lattice // Научный альманах. 2016. N 4-3(18). С. 238-240.
14. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
15. Тиньков Д.В. Формулы для расчёта прогиба вварушенной балочной раскосной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. Т. 2. № 13 (13). С. 10-14.
16. Кирсанов М.Н. Расчет пространственной стержневой системы, допускающей мгновенную изменяемость // Строительная механика и расчет сооружений. 2012. № 3. С. 48-51.
17. Кирсанов М.Н. Оценка прогиба и устойчивости пространственной балочной фермы // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 5 (268). С. 19-22.
18. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет пространственной стержневой системы // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. № 1. С. 49-53.

© 2017, Кирсанов М.Н., Ши Кайфэй
Формулы для расчета балочной фермы с
несимметричной треугольной решеткой

© 2017, Kirsanov M.N., Shi Kaifei
The formulas for calculating girders with asymmetric
triangular lattice