

DOI: 10.17117/na.2017.03.03.254

<http://ucom.ru/doc/na.2017.03.03.254.pdf>

Поступила (Received): 23.03.2017

Егоров С.С.
Индуктивный метод решения задачи о прогибе
симметричной стержневой конструкции сложной
формы в системе Maple для произвольного
числа панелей

Egorov S.S.
The inductive method of solving the problem of deflection
of the symmetric core structures of complex shape in
the system Maple for arbitrary number of panels

Приведен алгоритм вывода точного выражения для прогиба статически определенной плоской фермы. В решении применен метод индукции и специальные операторы системы компьютерной математики Maple. Построены графики решения для различных высот фермы. Найдена асимптотика решения

The algorithm of conclusion exact expressions for the deflection of statically defined flat truss is proposed. Used the method of induction and special operators in the computer algebra system Maple. Graphs of solution for different heights of truss and asymptotics are obtained

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

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

Егоров Сергей Сергеевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Egorov Sergey Sergeevich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

The geometry of the truss (Fig. 1) is specified by four parameters: n , m , a , b . Consider the case of loading the truss by the Central power at $m=3$. Determine the deflection of the structure depending on the number of panels n .

The problem is solved symbolically in the system of computer mathematics Maple using cut nodes. As the basics program is used [1], tested on the number of tasks for plane [2-11] and space trusses [12], in the derivation of the lines of influence [13-15]. A review of some analytical solutions obtained by this method is given in [16,17]. We give the fragment program that specifies the matrix of the system of equilibrium equations

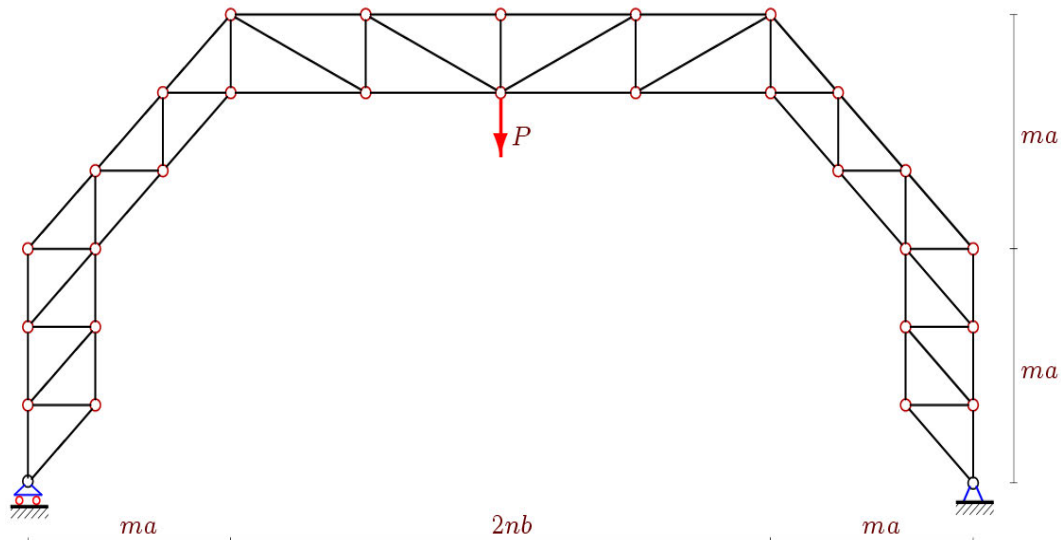


Fig. 1. n=2

```

> for i to m0 do
> Lxy[1]:=x[N[i][2]]-x[N[i][1]]:
> Lxy[2]:=y[N[i][2]]-y[N[i][1]]:
> L[i]:=sqrt(Lxy[1]^2+Lxy[2]^2));
> for j to 2 do
> jj:=2*N[i][2]-2+j:
> if jj<=m0 then G[jj,i]:=-Lxy[j]/L[i]:fi;
> jj:=2*N[i][1]-2+j:
> if jj<=m0 then G[jj,i]:= Lxy[j]/L[i]:fi;
> od;
> od:
    
```

It marked **Lxy**– the projection of the rods on the axis, **L** – length of the rods, **G** – the matrix of system of linear equations, **m0=16m+8n-4** – number of rods, including support. Conditional operator **if jj<=m0** restricts the output indexes outside the matrix, what happens when one of the ends of the support rods have hinge mounted on a pedestal. The solution for efforts (vector **S1**) obtained by using the inverse matrix: **G1:=1/G: S1:=G1.B1**. Point in the system Maple is defined multiplication of matrix by a vector.

The deflection determined by the formula of Maxwell – Mohr

$$\Delta = P \sum_{i=1}^{m0-3} \frac{S_i l_i}{EF}, \tag{1}$$

where **EF** is the stiffness of all rods, **S_i** – the forces of the force **P=1**, **l_i** – the lengths of the rods. Three control rod is assumed to be elastic and in amount are not included. The number of tasks shows that his view does not change

$$EF\Delta = P(A_n a^3 + B_n b^3 + l^3 n + 18na^2b + 6n^2ab^2) / (2h^2),$$

where $l = \sqrt{a^2 + b^2}$. The coefficients in the solution conveniently are allocated by the operator coeff. The invariance formula follows from the regularity of the structure.

The resulting sequence of coefficients a^3 etc., The operator **rgf_findrecur** of Maple on this sequence gives the corresponding homogeneous recurrence equation. By induction on the ten farms obtained the following values $A_n = (3n + 33 + 114\sqrt{2}) / 3$, $B_n = n(2n^2 + 1) / 3$. In figure 2 the curves of the solution, exhibiting a minimum value at some values of n . We introduce the dimensionless deflection $\Delta' = \Delta EF / (PL)$. Taking $L=an$, we have the following limit:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \Delta' / n^3 = b^3 / (3h^2L).$$

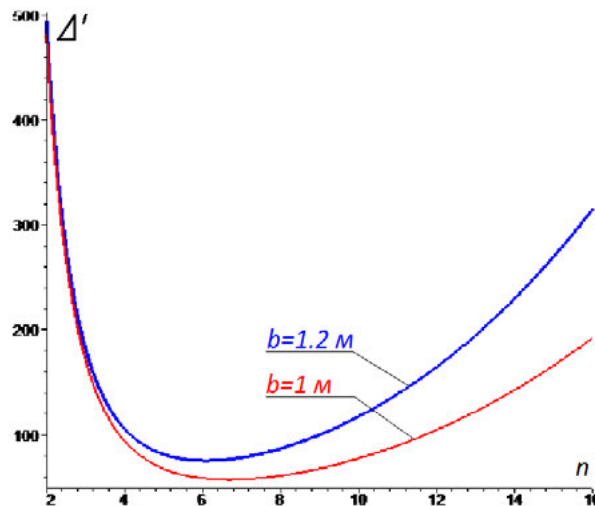


Fig. 2. Deflection $L=10m, h=1m, m=3$

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Решebник. Теоретическая механика*/Под ред. А.И.Кириллова -М.: Физматлит, 2008. 382 с.
2. Тиньков Д.В. *Формулы для расчeта прогиба вспарушенной балочной раскосной фермы с произвольным числом панелей*// *Строительная механика и конструкции*. 2016. Т. 2. № 13 (13). С. 10-14.
3. Кирсанов М.Н. *Формулы для расчeта прогиба и усилий в стержнях симметричной балочной фермы*// *Строительство и реконструкция*. 2017.1(69). С.19-23.
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. *О влиянии наклона подвижной опоры на жесткость балочной фермы*//*Вестник МГСУ*. 2016. № 10. С. 35-44.
6. Kirsanov M. *An inductive method of calculation of the deflection of the truss regular type* // *Architecture and Engineering*. 2016. Т. 1. № 3. С. 14-17.
7. Кирсанов М.Н. *Сравнительный анализ жесткости двух схем арочной фермы* // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2015. № 9 (36). С. 44-55.
8. Кирсанов М.Н. *Зависимость прогиба решетчатой фермы от числа панелей* // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. 2016. № 4 (44). С. 150-157.
9. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчeт балочной фермы со сложной решеткой* // *Строительная механика и расчeт сооружений*. 2015. № 3 (260). С. 7-12.
10. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчeт балочной фермы с увеличенным подферменным пространством*//*Строительная механика и расчeт сооружений*. 2015. № 5 (262). С. 21-25.

11. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы с решеткой типа "Butterfly" // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 4(267). С. 2-5.
12. Кирсанов М.Н. Оценка прогиба и устойчивости пространственной балочной фермы // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 5 (268). С. 19-22.
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//Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
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.
16. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66-73.
17. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.

© 2017, Егоров С.С.

Индуктивный метод решения задачи о прогибе симметричной стержневой конструкции сложной формы в системе Maple для произвольного числа панелей

© 2017, Egorov S.S.

The inductive method of solving the problem of deflection of the symmetric core structures of complex shape in the system Maple for arbitrary number of panels