

DOI: 10.17117/na.2017.02.03.268

<http://ucom.ru/doc/na.2017.02.03.268.pdf>

Поступила (Received): 06.02.2017

**Рахматулина А.Р., Смирнова А.А.  
О зависимости прогиба арочной фермы,  
загруженной по верхнему поясу, от числа панелей**

**Rakhmatulina A.R., Smirnova A.A.  
The dependence of the deflection of the arched truss  
loaded on the upper belt, on the number of panels**

*Рассматривается плоская статически определимая ферма с двумя опорами. Дается вывод формулы для прогиба фермы. Используется метод вырезания узлов и формула Максвелла-Мора в предположении, что жесткости всех стержней одинаковые. Найдены асимптотические свойства решения*

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

*We consider a plane statically determinate truss with two pillars. The derivation of the formula for the deflection of the truss is given. Used method of cutting nodes, and the formula of Maxwell – Mohr on the assumption that the stiffness of all rods are the same. Asymptotic properties of the solution are found*

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

**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

**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

Truss, shown in figure 1, have not a horizontal spacer reactions and can only conditionally be treated to an arched truss. Consider the load on the upper zone of the truss. The forces in the rods we find using cut nodes in an analytical form by the program [1] written in the language of computer mathematics Maple.

The deflection is determined by the formula of Maxwell – Mohr 
$$\Delta = P \sum_{i=1}^{m-3} \frac{S_i s_i l_i}{EF},$$

where  $EF$  is the stiffness of the rods (the same in this formulation),  $S_i$  – the forces in the rods from the action of external loads,  $s_i$  the forces in the rods from the action of a unit vertical force at Midspan,  $l_i$  – the length of the rods. In this structure, panels with  $n$  number of terminals, including the reference, is equal to  $m=12n+4$ .

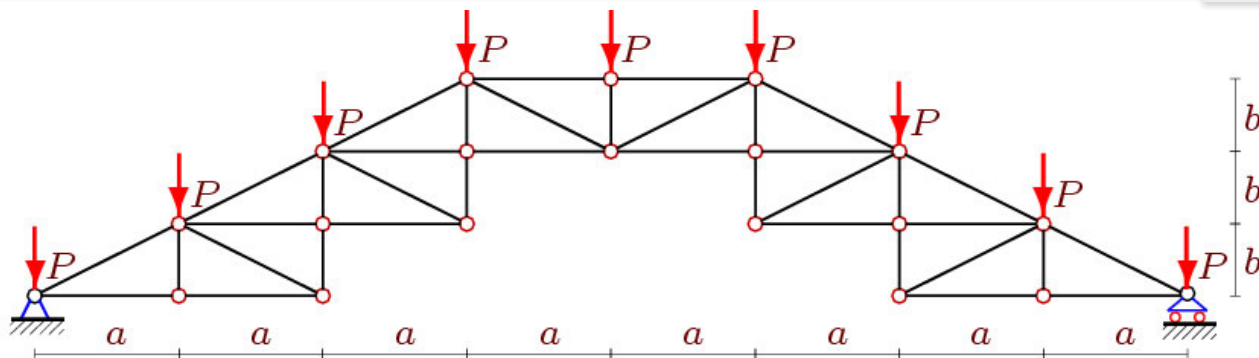


Fig. 1. Truss,  $n=3$

The summation is done only on the deformable rods (supports are assumed to be rigid). 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 methods of computer algebra system Maple was found common members, the coefficients of the desired formula. Used operators **rgf\_findrecur** and **rsolve**. Obtained the following expression:

$$\Delta = P(Aa^3 + Bb^3 + Cc^3) / (12EFb^2),$$

where  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ . The coefficients are found by induction from the analysis of the sequence of the twelve trusses:

$$A = (5n^2 + 10n + 6)(n + 1)^2, \quad B = n(n - 1)(5n^2 + 7n - 4),$$

$$C = (n + 1)(5n^3 + 3n^2 - 2n + 6).$$

Curves of the dimensionless deflection to the number of panels  $n$ , if  $L=40$  m,  $a=L/(2n)$  given in Fig. 2. It is assumed that the total load on the truss is fixed:  $P' = (2n + 1)P$ . The dependence on the number of panels has minimum and strongly depends on the height  $b$ .

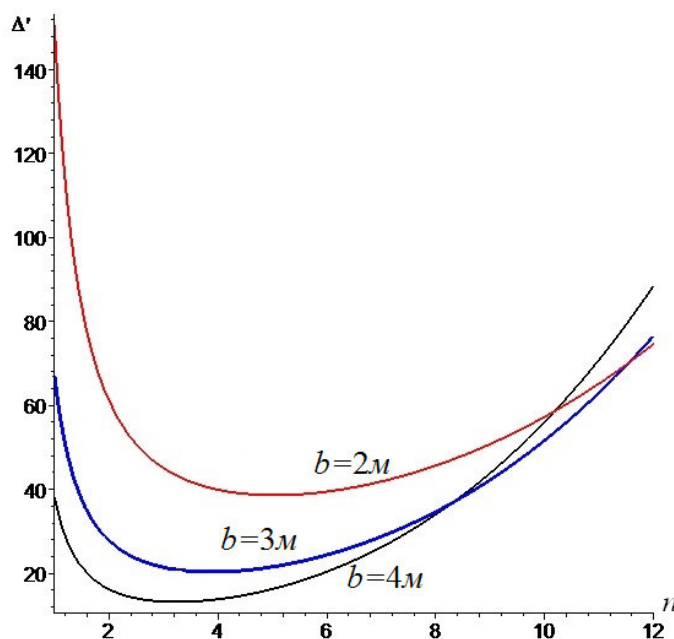


Fig. 2. The dependence of the deflection of the number of panels

The analytical form of the obtained solution allows us to trace the asymptotic behavior of the dependence of deflection from the number of panels. The calculated

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \Delta' / n^3 = 5b / (12L)$$

Similar studies and the derivation of the formula for deflection under the program [1] provides for flat trusses in [2-12]. In [13-15] in the derivation of analytical expressions for influence lines were applied to a more complex method of induction on two parameters. In [16-19] obtained solutions for space trusses. The applied algorithm can be used in more complex problems of optimization of trusses [20]. In [21] gives the derivation of the deflection of the considered truss under load on the bottom belt.

#### Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Решебник. Теоретическая механика*. М.: Физматлит, 2008. 382 с.
2. Kirsanov M. *Analysis of deformations of the open hinged-rod ring* // *Инновационная наука*. 2017. № 2-1. С. 10-11.
3. Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет прогиба распорной фермы с произвольным числом панелей* // *Механизация строительства*. 2017. № 3. С. 26-29.
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. *О влиянии наклона подвижной опоры на жесткость балочной фермы* // *Вестник МГСУ*. 2016. № 10. С. 35-44.
7. Кирсанов М.Н. *Формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях симметричной балочной фермы* // *Строительство и реконструкция*. 2017.1(69). С.19-23.
8. Гриднев С.Ю., Кирсанов М.Н., Овчинников И.Г. *Статический расчет двухраскосной балочной фермы* // *Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ»* Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/99TVN616.pdf>
9. 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.
10. 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
11. Voropai R. A. *Analysis of the deflection of the regular truss with cross type lattice* // *Science Almanac*. 2016. N 4-3(18). Pp. 238-240.
12. Тиньков Д.В. *Формулы для расчёта прогиба вступарушенной балочной раскосной фермы с произвольным числом панелей* // *Строительная механика и конструкции*. 2016. Т. 2. № 13 (13). С. 10-14.
13. 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.
14. 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.
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. Кирсанов М.Н. *Оценка прогиба и устойчивости пространственной балочной фермы* // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2016. № 5 (268). С. 19-22.
17. 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.
18. Kirsanov M.N. *Analytical calculation, marginal and comparative analysis of a flat girder* // *Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture*. 2016. N 1 (29). Pp. 84-105.
19. Леонов П.Г., Кирсанов М.Н. *Аналитический расчет и анализ пространственной стержневой конструкции в системе Maple* // *Информатизация инженерного образования. ИНФОРИНО-2014*. М.: Издательство МЭИ, 2014. С. 239-242.

20. Марутян А.С. Оптимизация минимальных высот стропильных и перекрестных стальных ферм, включая типа «Пятигорск» // Строительная механика и расчет сооружений. 2014. № 2(253). С. 60–66.

21. Волостнов Д.К. Формула для прогиба балочной фермы, загруженной по нижнему поясу // Вестник научных конференций. 2015. № 2-2(2). С. 39-40.

---

© 2017, Рахматулина А.Р., Смирнова А.А.

*О зависимости прогиба арочной фермы, загруженной по верхнему поясу, от числа панелей*

---

© 2017, Rakhmatulina A.R., Smirnova A.A.

*The dependence of the deflection of the arched truss loaded on the upper belt, on the number of panels*