DOI: 10.17117/na.2016.11.02.312

<http://ucom.ru/doc/na.2016.11.02.312.pdf>

Поступила (Received): 27.11.2016

Доманов Е.В., Кирсанов М.Н. Аналитический расчет прогиба фермы с крестообразной решеткой

Domanov E.V., Kirsanov M.N.
**Analytical calculation of the deflection of the
truss with cross-bar lattice**

Методом индукции получено решение для прогиба статически определимой фермы с четырьмя опорными стержнями под действием силы в середине пролета. Методом индукции решение обобщено на произвольное число панелей. Использована система компьютерной математики Maple

Ключевые слова: ферма, прогиб, индукция, Maple

By the method of induction, the solution for the deflection of statically determinate truss with four support rods under the action of force in mid span is obtained. By induction the solution is generalized to an arbitrary number of panels. The system of computer mathematics Maple is used

Key words: truss, deflection, induction, Maple

Доманов Евгений Викторович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Domanov Evgeny Viktorovich

Student

Moscow power engineering institute

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Кирсанов Михаил Николаевич

Доктор физико-математических наук, профессор
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Kirsanov Mikhail Nikolaevich

Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor
National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

The peculiarity of the truss shown on figure 1 – the presence of the four support rods, which does not allow to calculate the reaction of these pillars by the three equilibrium equations of the whole system. In the truss n panels in half span. To determine the reactions of supports it is necessary to calculate the efforts of all members of the truss. This task will execute the program [1] written in the computer mathematics system Maple.

The system of equilibrium equations of nodes in the truss gives the forces in the rods in an analytical form. The deflection determined by the formula of Maxwell –

Mohr: $\Delta = P \sum_{i=1}^{m-4} S_i^2 l_i / (EF)$, where S_i the forces in the rods of the truss under the action of external loads, l_i the lengths of the rods EF – their stiffness, $m=8n+4$.

Fig. 1. Truss, $n=3$

Consistent calculation of truss with 1, 2, 3 ... 14 panels shows that the formula for deflection is every time the same form $EF\Delta_n = P(A_n a^3 + 3C_n c^3) / (12h^2)$, where $c = \sqrt{a^2 + h^2}$. Writing a sequence of ratios, methods of computer mathematics find the total members of these sequences:

$$A_n = 9(-1)^{n+1}n^2 + 15(-1)^n n - 12(-1)^n - 9n^2 + 17n - 12 + 4n^3, C_n = 2n - 1 + (-1)^{n+1}.$$

In the solution process the stress values in the supporting rods are obtained. The vertical rods have a force $P((-1)^n - 1)/4$, effort in the inclined rods are $-Pc((-1)^n + 1)/(4h)$. Thus vertical and oblique supports in this design work alternately: for even n – the sloping, odd – vertical. In figure 2 the curves are obtained depending on the deflection, $a = \frac{L}{n}$.

Fig. 2. The dependence of the deflection of the number of panels, $L=100m$

Sudden jump of the solutions depending on the parity of the number of panels are noticeable. The same solution (also in polynomial form) were obtained by induction in the system Maple for flat [2-14] and space trusses [15-19]. In [20] to calculate the truss applied graph theory and MATLAB. Reviews of some analytical solutions for flat trusses is contained in [21-23].

Список используемых источников:

1. Кирсанов М. Н. *Maple и MapleT. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
2. Ponamareva M.A. The displacement of the support trusses with parallel belts under uniform load // *Science Almanac*. 2016. N 4-3(18). pp.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 // *Научный альманах*. 2016. N 4-3(18). С.238-240. DOI: 10.17117/na.2016.04.03.238
5. Ершов Л.А. Расчет прогиба балочной фермы, загруженной по верхнему поясу и половине верхнего пояса в аналитической форме// *Научный альманах*. 2016. N 9-2(23). С. 21-23.
6. Кирсанов М. Н. Статический анализ и монтажная схема плоской фермы// *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. 2016. №5(39). С. 61-68.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2016. № 3 (266). С. 16-19.
8. Кирсанов М.Н. О влиянии наклона подвижной опоры на жесткость балочной фермы // *Вестник МГСУ*. 2016. № 10. С. 35-44.
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. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. № 5 (57). С. 58-65.
11. Кирсанов М.Н. Аналитическая оценка деформативности мачты// *Монтажные и специальные работы в строительстве*. 2016. 10(889). С. 7-9.
12. 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. № 1 (29). С. 84-105.
13. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // *Строительная механика и конструкции*. 2016. Т. 1. № 12. С. 19-24.
14. Kirsanov M. An inductive method of calculation of the deflection of the truss regular type. *Architecture and Engineering*. 2016. No. 3. Vol. 1. Pp. 14-17.
15. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования // *Инженерно-строительный журнал*. 2013. № 5 (40). С. 52-58.
16. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет пространственной стержневой регулярной структуры с плоской гранью// *Строительная механика и расчет сооружений*. 2015. № 2 (259). С. 2-6.
17. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба фермы прямоугольного пространственного покрытия // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. № 1 (53). С. 32-38.
18. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // *Инженерно-строительный журнал*. 2014. №5(49). С. 37-43.
19. Voropai R.A., Kirsanov M.N. On the deformation of spatial cantilever trusses under the action of lateral loads// *Science Almanac*. 2016. N 9-2(23). pp.17-20.
20. Монахов В.А., Зайцев М.Б. Расчет стержневых систем с использованием графов в среде «Matlab» [Электронный ресурс] // *Моделирование и механика конструкций*. 2016. №3.
21. Tinkoff D. V. Comparative analysis of analytical solutions to the problem of deflection of truss structures // *magazine of civil Engineering*. 2015. No. 5(57). pp. 66-73.
22. Tinkoff D. V. Analysis of the exact solutions of deflection regular jointed frame structures// *structural mechanics of engineering constructions and buildings*. 2015. No. 6. pp. 21-28.
23. Kiyko L. K. Analytical evaluation of deflection of arched trusses under wind load // *Scientific Bulletin*. 2016. No. 1 (7). pp. 247-254.