

Формула прогиба плоской консольной фермы регулярной структуры

НИУ МЭИ, Москва

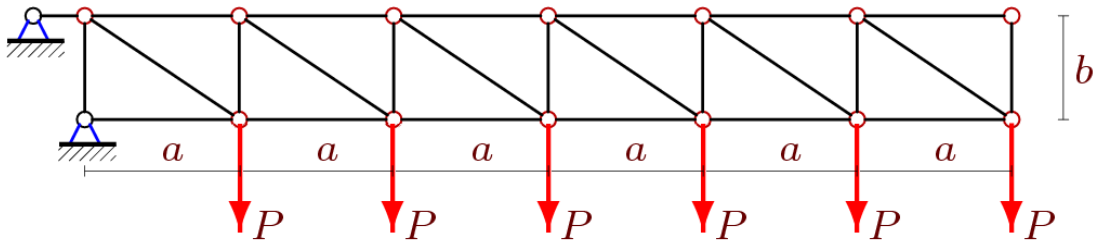


Рис. 1. $n=6$

В работе [1] была получена формула для прогиба балочной фермы с нисходящей решеткой под действием одной силы, приложенной к узлу нижнего пояса в середине пролета. Рассмотрим консольную ферму с аналогичной решеткой.

Определим зависимость прогиба консоли от числа панелей. Воспользуемся формулой

Максвелла-Мора $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i s_i l_i}{EF}$, где EF – жесткость стержней, S_i – усилия в стержнях от действия внешней нагрузки, s_i – усилия в стержнях от действия единичной силы, приложенной к концу балки, l_i – длины стержней.

Последовательно получаем прогиб консоли при $n=1$:

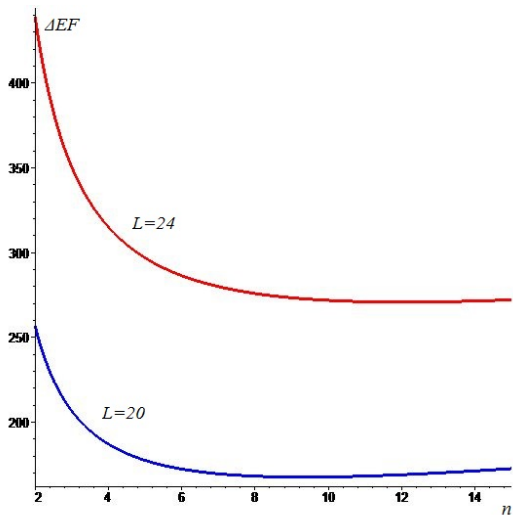


Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей

при $n=2$: $EF\Delta = P(8a^3 + 3b^3 + 3c^3) / b^2$, $n=3$:

$EF\Delta = P(32a^3 + 6b^3 + 6c^3) / b^2$. В последовательности коэффициентов имеется закономерность, выявив которую, можно получить искомую формулу

$$EF\Delta = Pn(n+1)((3n^2 + n + 2)a^3 / 6 + b^3 + c^3) / (2b^2),$$

где коэффициенты при a^3 и $(b^3 + c^3)$ получены с помощью операторов системы компьютерной математики Maple [2] `rgf_findrecur` и `rsolve` из рядов 1, 8, 32, 90,

205, 406, 728, 1212, 1905, 2860... и 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, 36, 45, 55... Зависимость прогиба балки от числа панелей при $h=9$ м дана на рисунке 2. Длина панели вычислялась по формуле $L = 1 / (2n)$, а суммарная нагрузка принималась постоянной $P = P_0 / (2n)$. Принято $P_0 = 1$ Н. В полученной зависимости имеется предел: $\lim_{n \rightarrow \infty} \Delta EF / (P_0 n^4) = a^3 / (4b^2)$. Ранее метод индукции для нахождения аналитических решений применялся в [3-6].

Литература

1. Бадертдинов Р.Р. Формула для прогиба плоской балочной фермы // Актуальные вопросы образования и науки: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 сентября 2014 г.: в 11 частях. Часть 7. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. с. 21-22.
2. Кирсанов М. Н. Практика программирования в системе Maple. М.: Издательский дом МЭИ, 2011. 208 с.
3. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет многорешетчатой фермы// Строительная механика и расчет сооружений. 2014. № 6 (257). С. 2-6.
4. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба фермы прямоугольного пространственного покрытия // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 1 (53). С. 32-38.
5. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет пространственной стержневой регулярной структуры с плоской гранью // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 2 (259). С. 2-6.
6. Кирсанов М.Н. Расчет пространственной стержневой системы, допускающей мгновенную изменяемость // Строительная механика и расчет сооружений. 2012. № 3. С. 48-51.
7. Кирсанов М.Н. Статический расчет и анализ пространственной стержневой системы // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 6. С. 28-34.