

1.4. Расчет балочных ферм

Формулировка задачи

Для одной из балочных ферм, изображенных на рис. 1.4.1 – 1.4.25 требуется:

- определить аналитически усилия в отмеченных стержнях от неподвижной нагрузки в виде сосредоточенных сил F , приложенных в каждом узле прямолинейного пояса фермы;
- построить линии влияния усилий для отмеченных стержней при «езде» по прямолинейному поясу фермы;
- вычислить по линиям влияния усилия в отмеченных стержнях от сил F и результаты сравнить со значениями усилий, полученными аналитически.

Исходные данные для расчета принять из табл. 1.4.

Таблица 1.4

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7
l , м	2	1	1,5	1,5	1	2	2,5
h , м	2	1,5	0,75	1,75	2	3	3
F , кН	5	7	9	10	8	6	4

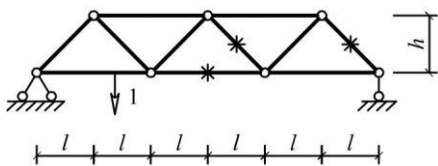


Рис. 1.4.1

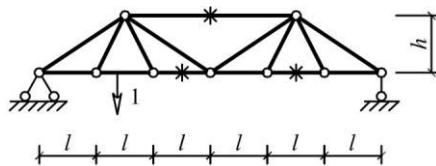


Рис. 1.4.2

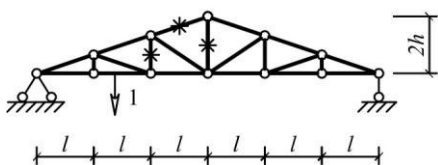


Рис. 1.4.3

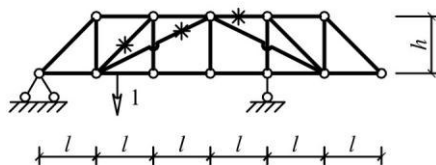


Рис. 1.4.4

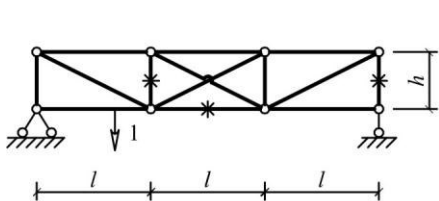


Рис. 1.4.5

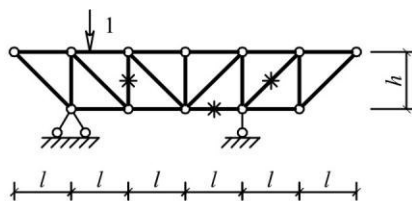


Рис. 1.4.6

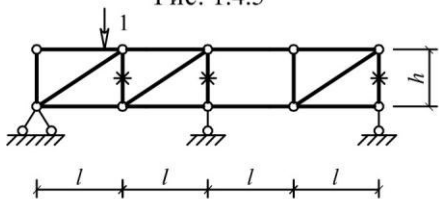


Рис. 1.4.7

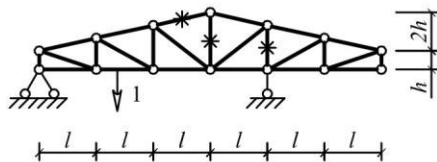


Рис. 1.4.8

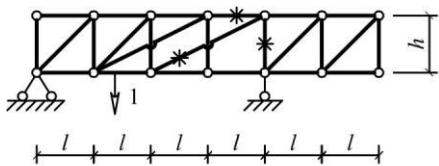


Рис. 1.4.9

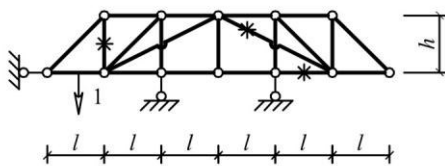


Рис. 1.4.10

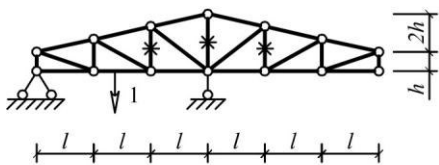


Рис. 1.4.11

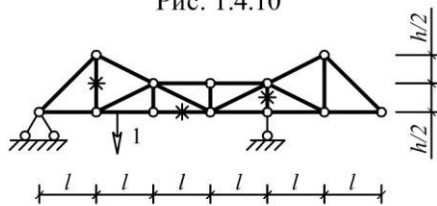


Рис. 1.4.12

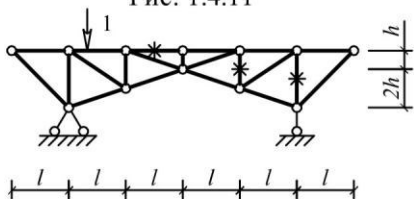


Рис. 1.4.13

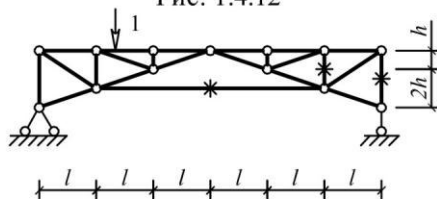


Рис. 1.4.14

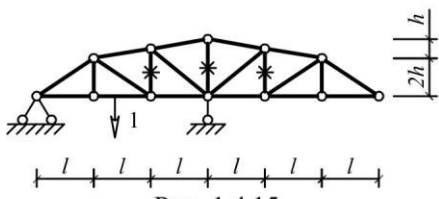


Рис. 1.4.15

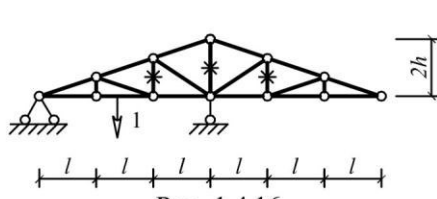


Рис. 1.4.16

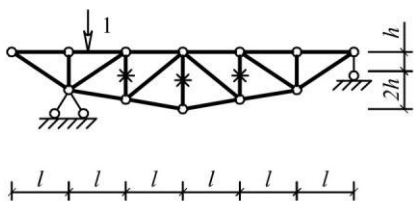


Рис. 1.4.17

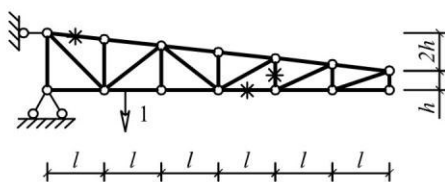


Рис. 1.4.18

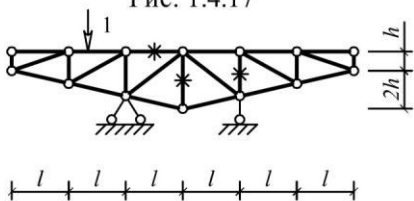


Рис. 1.4.19

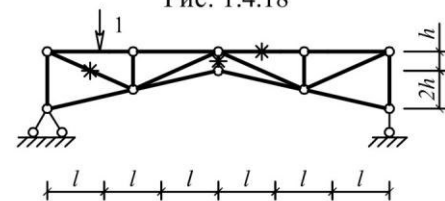


Рис. 1.4.20

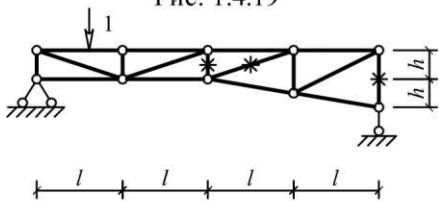


Рис. 1.4.21

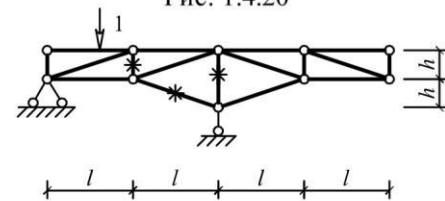


Рис. 1.4.22

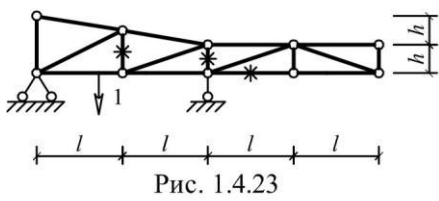


Рис. 1.4.23

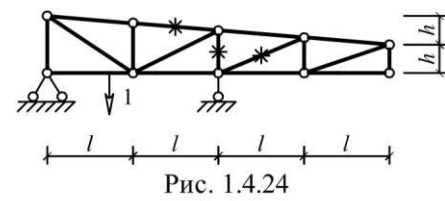


Рис. 1.4.24

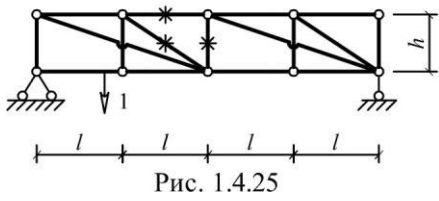


Рис. 1.4.25

Пример решения задачи

Исходные данные: схема фермы на рис. 1.4.25; $l=4$ м; $h=3$ м; $F=3$ кН.

а) Аналитическое определение усилий в отмеченных стержнях от неподвижной нагрузки

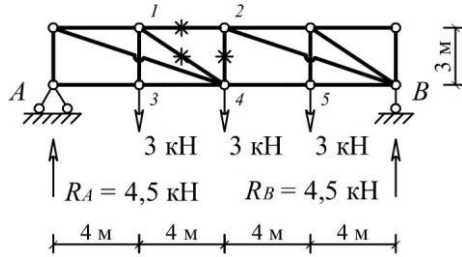
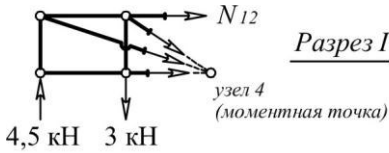


Рис. 1.4.26

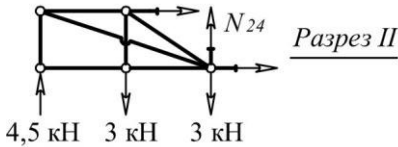


Разрез I

$$\Sigma M_4 = 0$$

$$N_{12} \cdot 3 + 4,5 \cdot 8 - 3 \cdot 4 = 0 \Rightarrow$$

$$N_{12} = -8 \text{ кН}$$



Разрез II

$$\Sigma Y = 0$$

$$N_{24} + 4,5 - 3 - 3 = 0 \Rightarrow$$

$$N_{24} = 1,5 \text{ кН}$$

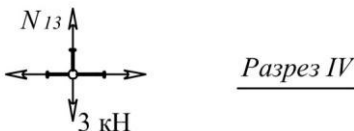


Разрез III

$$\Sigma Y = 0$$

$$-N_{14} \cdot \cos \alpha - N_{13} = 0 \Rightarrow$$

$$N_{14} = -N_{13} / \cos \alpha$$



Разрез IV

$$\Sigma Y = 0$$

$$N_{13} - 3 = 0 \Rightarrow$$

$$N_{13} = 3 \text{ кН}$$

Рис. 1.4.27

$$N_{14} = -N_{13} / \cos \alpha = -3 / (3/5) = -5 \text{ кН.}$$

б) Линии влияния усилий для отмеченных на схеме стержней

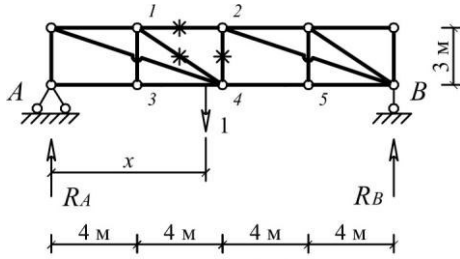
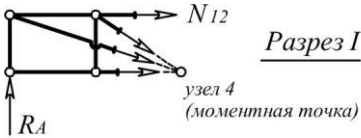


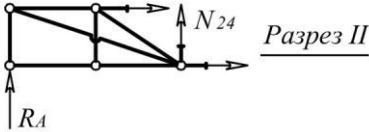
Рис. 1.4.28



$$\Sigma M_4 = 0 \Rightarrow$$

$$N_{12} = -R_A \cdot (8/3)$$

(уравнение правой ветви)



$$\Sigma Y = 0 \Rightarrow$$

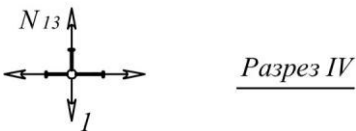
$$N_{24} = -R_A$$

(уравнение правой ветви)



$$\Sigma Y = 0 \Rightarrow$$

$$N_{14} = -N_{13} \cdot (5/3)$$



$$\Sigma Y = 0 \Rightarrow$$

$$N_{13} = 1$$

Рис. 1.4.29

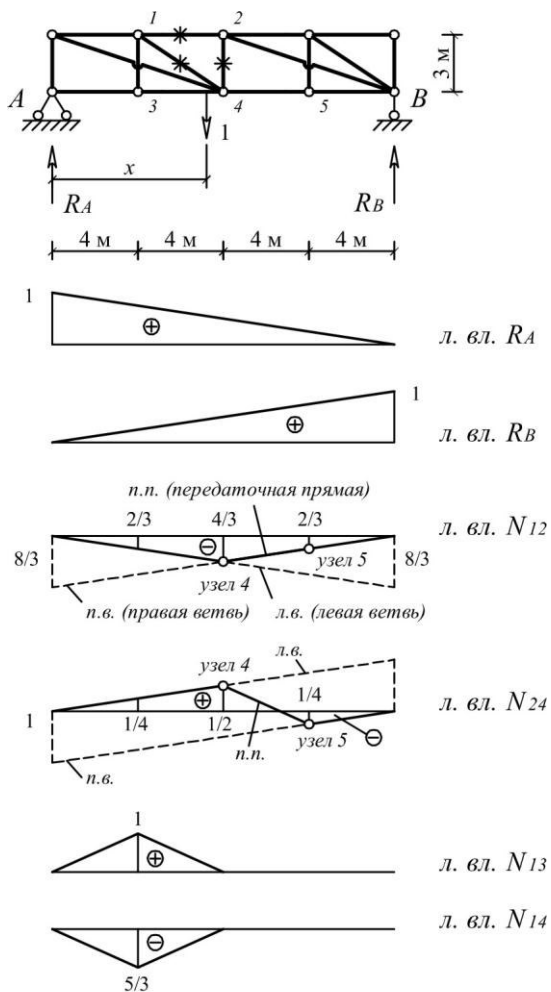


Рис. 1.4.30

в) Определение усилий в отмеченных стержнях по формуле влияния от сил $F=3$ кН.

$$N_{12} = (3) \cdot (-2/3) + (3) \cdot (-4/3) + (3) \cdot (-2/3) = -8 \text{ кН,}$$

$$N_{24} = (3) \cdot (1/4) + (3) \cdot (1/2) + (3) \cdot (-1/4) = 1,5 \text{ кН,}$$

$$N_{13} = (3) \cdot (1) = 3 \text{ кН,}$$

$$N_{14} = (3) \cdot (-5/3) = -5 \text{ кН.}$$

Пояснения к решению задачи

1) Аналитический способ нахождения усилий от неподвижной нагрузки требует рассмотрения равновесия отсеченной части фермы, содержащей определяемое усилие.

2) Основой для построения линий влияния в стержнях фермы, в большинстве случаев, являются линии влияния опорных реакций, вид и значение ординат которых очевиден. Задача, как правило, сводится к нахождению связи внутреннего усилия с реакциями опор через законы равновесия и последующего перемасштабирования линий влияния реакций. В приведенном примере связь усилия в стержне 1–2 с реакцией R_A , когда груз находится справа от разреза I, определена из равенства нулю моментов относительно точки (узла) 4 для левой отсеченной части фермы. В результате получено уравнение правой ветви, а левая ветвь, как известно, пересекается с правой в точке, лежащей на одной вертикали с моментной точкой (узлом) 4. Для усилия в стержне 2–4 ветви линии влияния параллельны, поскольку связь с реакцией определяется уравнением равновесия $\Sigma Y = 0$. Для построения линии влияния усилия в стержне 1–4 использована связь этого усилия с усилием в стержне 1–3 из равновесия узла 1, а линия влияния усилия в стержне 1–3 легко построить, если рассмотреть равновесие узла 3.

Учебники (учебные пособия)

Шифр библиотеки ЮУрГУ	Автор(ы), название учебника (учебного пособия)
624.04(07) А697	Н.Н. Анохин. Строительная механика в примерах и задачах. Часть I. Статически определимые системы.
624.04(07) С863	А.Ф. Смирнов и др. Строительная механика (стержневые системы).
624.04(07) С535	Снитко Н.К. Строительная механика

624.04(07) Д203	А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. Строительная механика.
624.04(07) Р851	Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (под ред. Г.К. Клейна)