

ствуют нулям функции Q , скачки на Q находятся в местах излома M . Там, где $Q = \text{const}$, момент линейный.

Maple-программа для решения этой задачи дана на с. 263.

Задача 58. Построить линию влияния ¹ реакции опоры V_B в многопролетной балке (рис. 233). Найти минимальное и максимальное значения V_B при совместном действии равномерной временной $q^{вп} = 5$ кН/м и постоянной нагрузки $q^п = 2$ кН/м. Размеры даны в метрах.

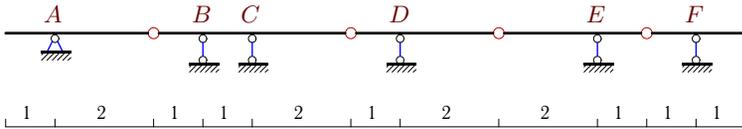


Рис. 233

Решение

1. Освобождаем балку от той связи в опоре B . Даем единичное вертикальное перемещение балке в точке B (рис. 234).

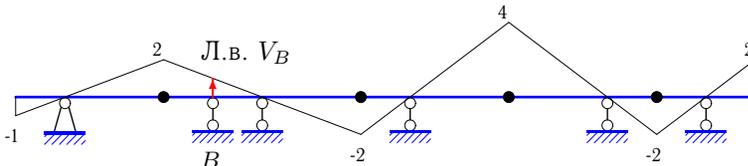


Рис. 234

2. Изображаем ломаную линию балки в отклоненном состоянии. Каждый отдельный элемент балки остается прямолинейным, все шарниры на опорных стержнях (кроме одного, в точке B) остаются неподвижными. Сочленяющие шарниры могут подниматься, опускаться или

¹Значения реакций опор конструкции или усилие к каком-либо ее элементе зависят от места приложения нагрузки и ее величины. Исследование этой зависимости необходимо для анализа работы конструкции при различных вариантах нагружений. Линия влияния — это зависимость некоторой исследуемой величины от места приложения единичной нагрузки.

Нагрузку делим на постоянную и временную. Постоянная нагрузка — равномерно распределенная по всей длине балки нагрузка, вызванная весом конструкции. Временная нагрузка — равномерно распределенная на определенных участках нагрузка от действия внешних факторов. Если рассматривается модель моста, то временной нагрузкой может быть вес автомобиля или поезда.

оставаться на месте. Балки закрепленные на двух опорах остаются горизонтальными. Построенная ломаная линия балки представляет собой линию влияния заданной реакции.

3. Вычисляем усилие от действия постоянной нагрузки q_n , равномерно распределенной по *всей* балке по формуле $V_B^n = \omega q_n$, где ω — площадь линии, ограниченной линией влияния $V_B(x)$:

$$\omega = (-1 \cdot 1 + 2 \cdot 4 - 2 \cdot 3 + 4 \cdot 4 - 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1)/2 = 7,5 \text{ м.}$$

Получаем $V_B^n = 7,5 \cdot 2 = 15 \text{ кН}$.

4. Вычисляем максимальное значение $V_B^{BP}_{\max}$ усилия от действия временной нагрузки. Прикладываем равномерно распределенную нагрузку $q_{вр}$ к той части балки, где ординаты линии влияния $V_k(x)$ положительные (рис. 235). Суммируя площади треугольников, получаем $\omega^+ = (2 \cdot 4 + 4 \cdot 4 + 2 \cdot 1)/2 = 13 \text{ м}$. Находим максимальное значение реакции $V_B^{BP}_{\max} = \omega^+ q_{вр} = 13 \cdot 5 = 65 \text{ кН}$.

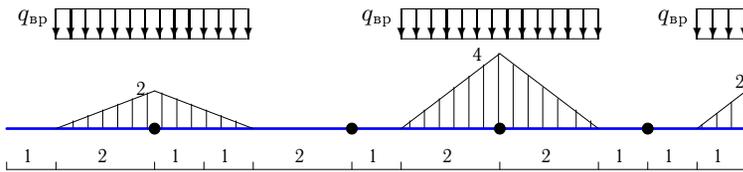


Рис. 235

5. Вычисляем минимальное значение $V_k^{BP}_{\min}$ усилия от действия временной нагрузки. Прикладываем распределенную нагрузку $q_{вр}$ к той части балки, где ординаты линии влияния $V_k(x)$ отрицательные (рис. 236). Находим сумму отрицательных площадей $\omega^- = (-1 \cdot 1 - 2 \cdot 3 - 2 \cdot 2)/2 = -5,5 \text{ м}$ и минимальное значение реакции $V_B^{BP}_{\min} = \omega^- \cdot q_{вр} = -5,5 \cdot 5 = -27,5 \text{ кН}$.

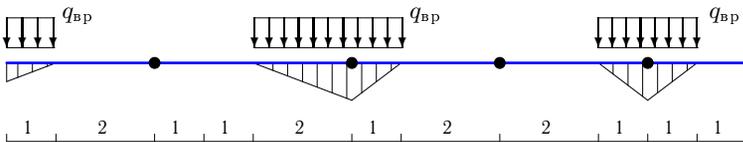


Рис. 236

6. Вычисляем экстремальные значения усилия от совместного действия временной и постоянной нагрузки:

$$V_{B \max} = V_B^n + V_B^{BP}_{\max} = 15 + 65 = 80 \text{ кН,}$$

$$V_{B \min} = V_B^n + V_B^{BP}_{\min} = 15 - 27,5 = -12,5 \text{ кН.}$$

Замечание. Линию влияния можно использовать не только для оценки максимального и минимального значения усилия при различных нагружениях, но и для расчета конструкции при заданной нагрузке. Загрузим, например, балку вертикальными силами, приложенными к концам балки и к сочленяющим шарнирам (рис. 237). Дано: $P_1 = 11$ кН, $P_2 = 12$ кН, $P_3 = 13$ кН, $P_4 = 14$ кН, $P_5 = 15$ кН, $P_6 = 17$ кН. Используя ординаты линии влияния (рис. 234), вычислим усилие в опоре B по формуле $V_B = -1 \cdot P_1 + 2 \cdot P_2 - 2 \cdot P_3 + 4 \cdot P_4 - 2 \cdot P_5 + 2 \cdot P_6 = -1 \cdot 11 + 2 \cdot 12 - 2 \cdot 13 + 4 \cdot 14 - 2 \cdot 15 + 2 \cdot 16 = 45$ кН.

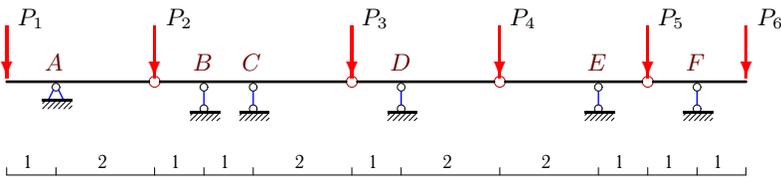


Рис. 237

Для того, чтобы получить это же значение обычными методами статики с разбиением балки на отдельные тела и составлением уравнений равновесия, потребовалось бы решить систему с 10 неизвестными.

На рис. 238 изображены линии влияния других опор балки, а в таблице 1— соответствующие значения минимальных и максимальных нагрузок.

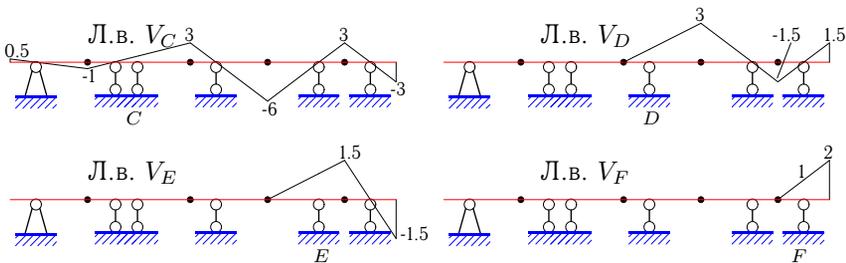


Рис. 238

Таблица 1

Реакция	$V_{\max}^{вр}$	$V_{\min}^{вр}$	V^n	V_{\max}	V_{\min}
V_C	46.250	-75.000	-11.500	34.750	-86.500
V_D	41.250	-7.500	13.500	54.750	6.000
V_E	15.000	-3.750	4.500	19.500	0.750
V_F	10.000	-0.000	4.000	14.000	4.000