

РАСЧЕТ СТАЛЬНОЙ ПЕРЕМЫЧКИ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ

Задача заключается в проверке стальной балки длиной $l = 1.6$ м ($a = 0.4$ м, $b = 0.4$ м) на прочность по нормальным напряжениям и прогибам. Конструкция представляет собой перемычку, которая совместно с продольными балками образует стальную антресоль в жилой квартире (рис. 1).

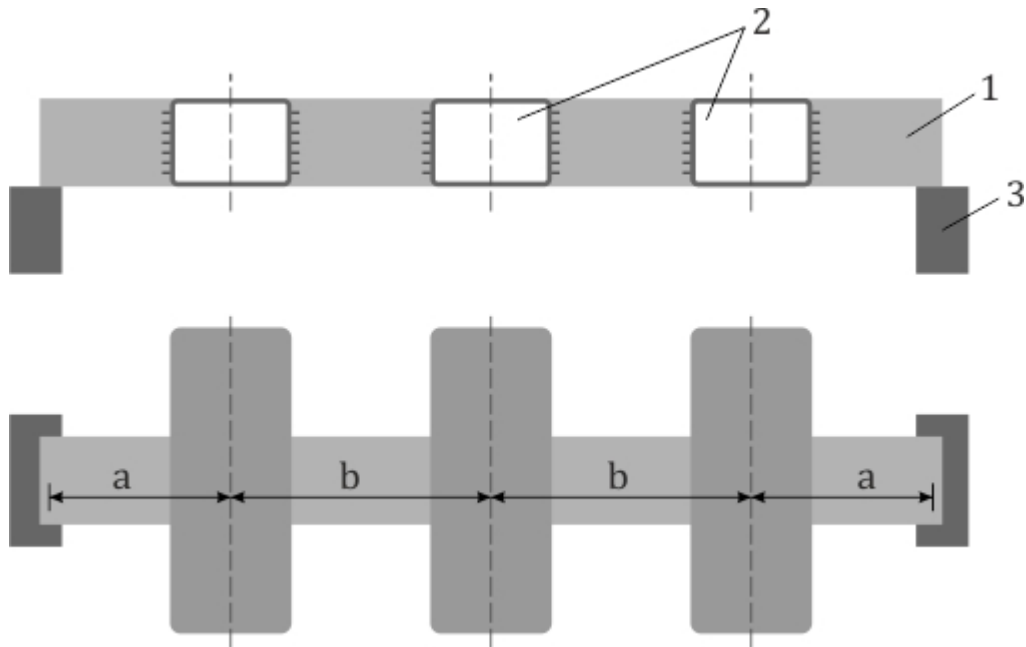


Рисунок 1. Конструктивная схема перемычки:
1 — стальная перемычка; 2 — продольные балки; 3 — колонна

Расчетная схема конструкции

Расчетная схема конструкции — шарнирно-опертая балка (рис. 2). Перемычка нагружена:

- равномерно распределенной нагрузкой от собственного веса (расчетное значение $q = 0.181$ кН/м, нормативное — $q = 0.172$ кН/м);
- сосредоточенными нагрузками в местах крепления продольных балок (расчетное значение $F = 3.11$ кН, нормативное — $F = 2.45$ кН).

Помимо собственного веса, в нагрузках учитывается давление на перекрытие толпы людей $1,50$ кПа [1]. В расчетах используется коэффициент надежности для нагрузки от собственного веса $\gamma_f = 1.05$ и коэффициент надежности для временной нагрузки от людей на перекрытии $\gamma_f = 1.3$ [1].

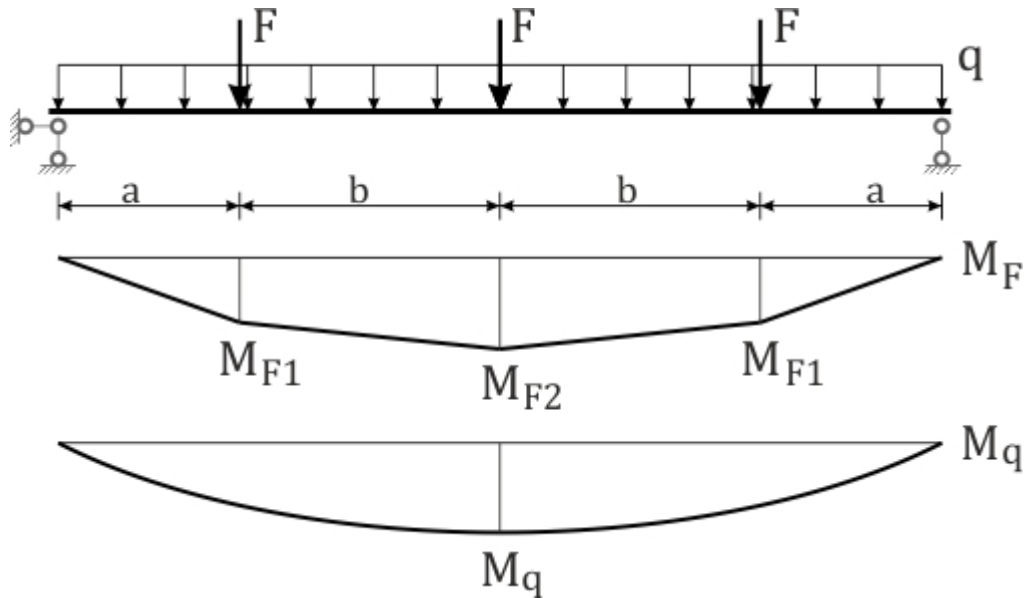


Рисунок 1. Расчетная схема перемычки

Расчет стальной перемычки по I, II группам предельных состояний

Величина изгибающего момента в середине балки от воздействия продольных балок составляет:

$$M_{F2} = 1.5F(a + b) - F \cdot b = 1.5 \cdot 3.11(0.4 + 0.4) - 3.11 \cdot 0.4 = 2.49 \text{ кНм. (1)}$$

Величина изгибающего момента в середине балки от собственного веса составляет:

$$M_q = \frac{ql^2}{8} = \frac{0.181 \cdot 1.6^2}{8} = 0.0579 \text{ кНм. (2)}$$

Суммарный изгибающий момент в середине балки:

$$M = M_{F2} + M_q = 2.49 + 0.0579 = 2.55 \text{ кНм. (3)}$$

Проверка прочности по нормальным напряжениям

Проверка прочности изгибаемого элемента (расчет по I группе предельных состояний) имеет вид [2]:

$$\frac{M}{J} z \leq R_y \gamma_c, (4)$$

где

- нормальное напряжение в наиболее нагруженном сечении $\frac{M}{J} z = \frac{2.55}{5.73 \times 10^5} 30 = 133 \text{ МПа}$;

- расчетное сопротивление стали С235 $R_y = 225$ МПа, коэффициент условий работы $\gamma_c = 0.9$ [2].

Проверка прочности стальной балки — выполняется:

$$\frac{M}{J} z = 133 < R_y \gamma_c = 203 \text{ (МПа)}. \quad (5)$$

Проверка по прогибам

Максимальный прогиб в середине балки от нормативной нагрузки:

$$f = f_1 + f_2 + f_3, \quad (6)$$

где

- f_1 — прогиб перемычки от собственного веса, $f_1 = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EJ} = \frac{5}{384} \frac{0.172 \cdot 1.6^4}{2 \times 10^5 \cdot 5.73 \times 10^5} = 0.128$ мм;
- f_2 — прогиб перемычки от двух крайних продольных балок,
$$f_2 = \frac{Fl^3}{24EJ} \left(\frac{3a}{l} - \frac{4a^3}{l^3} \right) = \frac{2.45 \cdot 1.6^3}{24 \cdot 2 \times 10^5 \cdot 5.73 \times 10^5} \left(\frac{3 \cdot 0.4}{1.6} - \frac{4 \cdot 0.4^3}{1.6^3} \right) = 2.51 \text{ мм};$$
- f_3 — прогиб перемычки от центральной продольной балки,
$$f_3 = \frac{Fl^3}{48EJ} = \frac{2.45 \cdot 1.6^3}{48 \cdot 2 \times 10^5 \cdot 5.73 \times 10^5} = 1.83 \text{ мм}.$$

Суммарный прогиб балки составляет

$$f = f_1 + f_2 + f_3 = 0.128 + 2.51 + 1.83 = 4.46 \text{ мм}. \quad (7)$$

Предельно допустимый прогиб балки для жилого помещения [1]:

$$f_{max} = \frac{l}{200} = \frac{1.6}{200} = 8 \text{ мм}. \quad (8)$$

Источники информации

1. Свод правил СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* / ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. - М.: Минрегионразвития, 2011. - 96 с.
2. Свод правил СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* / ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. - М.: Минрегионразвития, 2011. - 173 с.
3. ГОСТ 8645-68 "Трубы стальные прямоугольные" / Межгосударственный стандарт, 1969. С примечаниями: 1) длина труб и предельные отклонения по размерам должны соответствовать ГОСТ 8639; 2) технические требования должны соответствовать ГОСТ 13663.