

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра отопления и вентиляции

ПРИВЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДЕНИЯ
С УЧЕТОМ УЧАСТКОВ ДВУМЕРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ
ЗА СЧЕТ НЕОДНОРОДНОСТИ КОНСТРУКЦИИ

Методические указания и примеры расчетов
к курсовой работе по курсу Строительная теплофизика
(выпуск 3)

МОСКВА 2004

3.1. Задание на дом: выбрать толщину утеплителя и определить фактическое сопротивление теплопередаче чердачного (бесчердачного) перекрытия и перекрытия над неотапливаемым подвалом (техподпольем), предварительно рассчитав приведенное сопротивление теплопередаче пустотной панели перекрытия по СП 23-101-2000 "Проектирование тепловой защиты зданий" п.6.1.8 методом сложения проводимостей. Пример расчета приведен ниже.

Разрез по фрагменту плиты:



Расчетная схема:



Регулярный элемент

3.1.1. Для простоты расчета принимаем схему сечения плиты с квадратными вместо круглых отверстиями в плите. Сторона эквивалентного по площади квадрата ($F_{\text{КВАДР}} = F_{\text{КРУГА}}$) равна:

$$a = \sqrt{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \sqrt{\frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4}} = 0,14 \text{ м}$$

3.1.2. Выделяем регулярный элемент. Делим его плоскостями параллельными тепловому потоку (смотрите на схеме справа). Получаем два параллельных участка: I и II. Участок I однородный, участок II - неоднородный, состоящий из двух одинаковых по толщине слоев а и в и горизонтальной воздушной прослойки. Сопротивления теплопередаче этих участков равны:

$$R_I = \delta_I / \lambda_1 = 0,22 / 1,92 = 0,115 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт};$$

$$R_{II} = R_A + R_{\text{возд. пр}} + R_B = 2R_A + R_{\text{возд. пр}} = 2 \cdot d_A / l_A + R_{\text{возд. пр}} = 2 \cdot 0,04 / 1,92 + R_{\text{возд. пр}} = 0,04 + R_{\text{возд. пр}}$$

Термическое сопротивление воздушной прослойки $R_{\text{возд. пр}}$ находим по приложению 4 СНиП II-3-79*:

-для панели чердачного перекрытия горизонтальная воздушная прослойка с потоком тепла снизу вверх отделена от холодного чердака слоем утеплителя, поэтому в ней воздух находится при положительной температуре. Для прослойки толщиной 0,14 м в этих условиях $R_{\text{возд. пр}} = 0,15 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт};$

-для панели перекрытия над неотапливаемым подвалом, если утеплитель лежит под железобетонной плитой горизонтальная воздушная прослойка с холодного техподполья

сверху вниз отделена от теплого помещения слоем утеплителя, поэтому в ней воздух находится при положительной температуре. Для прослойки толщиной 0,14 м в этих условиях $R_{\text{возд.пр}} = 0,19 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Для чердачного перекрытия $R_{\text{II}} = 0,04 + R_{\text{возд.пр}} = 0,04 + 0,15 = 0,19 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

Для перекрытия над подвалом $R_{\text{II}} = 0,04 + R_{\text{возд.пр}} = 0,04 + 0,19 = 0,23 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

3.1.3. Сопротивление теплопередаче всего регулярного элемента при разбивке его плоскостями, параллельными тепловому потоку определяем по формуле (6) СНиП:

-для чердачного перекрытия

$$R_{\text{ПАРАЛЛ.}} = \frac{F_I + F_{\text{II}}}{F_I/R_I + F_{\text{II}}/R_{\text{II}}} = \frac{0,07 + 0,14}{0,07/0,115 + 0,14/0,19} = 0,155 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

-для перекрытия над подвалом

$$R_{\text{ПАРАЛЛ.}} = \frac{F_I + F_{\text{II}}}{F_I/R_I + F_{\text{II}}/R_{\text{II}}} = \frac{0,07 + 0,14}{0,07/0,115 + 0,14/0,23} = 0,173 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

3.1.4. Делим регулярный элемент плоскостями перпендикулярными тепловому потоку (смотрите на схеме справа). Получаем три параллельных участка: а, б, в. Участки а и в однородные, участок б - неоднородный, состоящий из горизонтальной воздушной прослойки и слоя железобетона шириной I и толщиной б ($R_{\text{ж/б}} = 0,14/1,96 = 0,071 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$). Сопротивления теплопередаче этих участков равны:

$$R_A = R_B = d_A/l_A = 0,04/1,96 = 0,02 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

Сопротивление теплопередаче R_B определяем по формуле (6) СНиП:

-для чердачного перекрытия

$$R_B = \frac{F_I + F_{\text{II}}}{F_I/R_{\text{ж/б}} + F_{\text{II}}/R_{\text{возд.пр}}} = \frac{0,07 + 0,14}{0,07/0,071 + 0,14/0,15} = 0,109 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

-для перекрытия над подвалом

$$R_B = \frac{F_I + F_{\text{II}}}{F_I/R_{\text{ж/б}} + F_{\text{II}}/R_{\text{возд.пр}}} = \frac{0,07 + 0,14}{0,07/0,071 + 0,14/0,19} = 0,122 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Сопротивление теплопередаче всего регулярного элемента при разбивке его плоскостями, перпендикулярными тепловому потоку определяем по формуле (5) СНиП:

$$R_{\text{ПЕРП}} = R_A + R_B + R_B = 2R_A + R_B = 2 \cdot 0,02 + R_B$$

-для чердачного перекрытия $R_{\text{ПЕРП}} = 2 \cdot 0,02 + 0,109 = 0,149 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

-для перекрытия над подвалом $R_{\text{перп}} = 2 \cdot 0,02 + 0,122 = 0,162 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

3.1.5. Приведенное термическое сопротивление теплопередаче плиты определяется по формуле (7) СНиП:

$$R = \frac{R_{\text{паралл}} + 2R_{\text{перп}}}{3}$$

-для чердачного перекрытия

$$R_{\text{плиты}}^{\text{пр}} = \frac{0,155 + 2 \cdot 0,149}{3} = 0,151 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

-для перекрытия над подвалом

$$R_{\text{плиты}}^{\text{пр}} = \frac{0,173 + 2 \cdot 0,162}{3} = 0,166 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Полученные сопротивления теплопередаче плит перекрытия используются как известные величины при дальнейшем определении толщины теплоизоляции в чердачном перекрытии и перекрытии над неотапливаемым подвалом (техподпольем). Эти расчеты выполняются самостоятельно по примеру, приведенному в п.п. 2.1, 2.2 выпуска 2.

3.2. В результате проделанных расчетов приняты следующие сопротивления теплопередаче и коэффициенты теплопередачи наружных ограждений:

- для наружных стен $R_{\text{о,нс}} = 2,69 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} = R_0^{\text{тр}} = 2,69 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; $K_{\text{нс}} = 0,372 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

- для покрытия $R_{\text{о,п}} = 3,75 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} > R_0^{\text{тр}} = 3,59 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; $K_{\text{п}} = 1/3,75 = 0,267 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

- для чердачного перекрытия $R_{\text{о,чп}} = 3,05 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} > R_0^{\text{тр}} = 3,04 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; $K_{\text{чп}} = 1/3,05 = 0,328 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

- для перекрытия над подвалом $R_{\text{о,пп}} = 3,08 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} > R_0^{\text{тр}} = 3,04 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; $K_{\text{пп}} = 1/3,08 = 0,325 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

- для окон $R_{\text{о,ок}} = 0,45 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} > R_0^{\text{тр}} = 0,45 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; $K_{\text{ок}} = 1/0,45 = 2,22 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

- для наружных дверей $R_{\text{о,дв}} = 0,8 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} > R_0^{\text{тр}} = 0,77 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; $R = K_{\text{дв}} = 1/0,8 = 1,25 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.