

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

стеновой ограждающей конструкции 16-ти этажного жилого дома с использованием полистиролбетонных (ПСБ) изделий

1. Основание для расчета

Расчет выполнен по просьбе ООО «Промстаринжиниринг» (письмо от 13.07.05 № 48).

2. Исходные данные, расчетная схема и методика расчета

Расчет выполнен с учетом эскиза наружной стены здания, приложенного к письму ООО «Промстаринжиниринг».

Предлагаемое конструктивное решение стены с использованием ПСБ изделий (блоков и плит), а также пенополистирольных плит (для утепления железобетонных несущих колонн) показано на рис. 1.

Наружная стена здания принята оштукатуренной по сетке с фасада и изнутри на толщину 20 мм.

В качестве основной теплоизолирующей и ограждающей части стены принята кладка из ПСБ блоков плотностью D250, толщиной $\delta_1=375$ мм, высотой 295 мм и длиной 595 мм, укладываемых на клею.

Для утепления железобетонных несущих колонн используются ПСБ плиты плотностью D175, толщиной $\delta_2=100$ мм, высотой 600 мм, длиной 900 мм. Кроме того, между ними и колоннами укладываются пенополистирольные плиты толщиной 100 мм, плотностью 30 кг/м^3 , приклеиваемые к колоннам.

Расчетная схема для определения приведенного сопротивления теплопередаче стены представлена на рис. 2. В схеме условно принята ширина ПСБ плит равная ширине колонн - 800 мм, а выступающая во внутренние помещения часть колонн учитывается в приведенном коэффициенте теплоотдачи ее внутренней поверхности.

Расчет проведен по методикам, изложенным в СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника» (п.п. 2.5.-2.8.) и «Рекомендациях по проектированию энергоэффективных ограждающих конструкций зданий системы «Юникон» (Москомархитектура, 2002 г.).

При расчете приняты (по данным СНиП II-3-79 и ГОСТ Р 51263-99) следующие коэффициенты теплопроводности материалов для условий эксплуатации «Б»:

полистиролбетона плотностью D250	$\lambda_1 = 0,09 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{С} / \text{Вт},$
тоже плотностью D175	$\lambda_2 = 0,0675 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{С} / \text{Вт},$
штукатурного раствора	$\lambda_{\text{шт}} = 0,93 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{С} / \text{Вт},$
железобетона	$\lambda_{\text{жб}} = 2,04 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{С} / \text{Вт},$
полистирольного пенопласта	$\lambda_{\text{пс}} = 0,045 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{С} / \text{Вт}.$

Коэффициенты теплоотдачи (соответственно внутренней и наружной) поверхностей стены приняты по СНиП II-3-79 равными $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ }^\circ\text{С}$ и $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ }^\circ\text{С}.$

Коэффициенты теплотехнической однородности кладки из ПСБ изделий приняты по расчетным данным ВНИИжелезобетона равными: для ПСБ блоков $\gamma_1 = 0,91$ и для ПСБ плит $\gamma_2 = 0,95.$

Общий коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий влияние оконных откосов, шпонок в перекрытиях и примыканий внутренних стен, принят по данным НИИСФа (Заключение от 26.08.99 г.) равным $\gamma = 0,92$ (как для стен с оштукатуренным фасадом).

При оценке результатов расчета приведенного сопротивления теплопередаче стены $R_0^{\text{пр}}$ учитывалось, что для жилых зданий в Москве оно должно составлять по СНиП - $R_0^{\text{пр}} \geq 3,13 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{С} / \text{Вт},$ а по МГСН 2.01-99 может составлять не менее $R_0^{\text{пр}} = 2,97 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{С} / \text{Вт}.$

3. Результаты расчета

3.1 Определяем R_0 – термическое сопротивление характерного расчетного фрагмента глухого участка стены при разбивке на участки, перпендикулярные направлению теплового потока:

$$R_a = 6,6 / (5,8 / R_{I-II} + 0,8 / R_{II-III}),$$

где R_{I-II} - термическое сопротивление стены между осями I и II, равное

$$R_{I-II} = 2 \delta_{ш} / \lambda_{ш} + \delta_{1r1} / \lambda_1 = 2 \cdot 0,02 / 0,93 + 0,375 \cdot 0,91 / 0,09 = 3,83 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

$$R_{II-III} = \delta_{ш} / \lambda_{ш} + \delta_{2r2} / \lambda_2 + \delta_{пс} / \lambda_{пс} + \delta_{жб} / \lambda_{жб} = 0,02 / 0,93 + 0,1 \cdot 0,95 / 0,0675 + 0,1 / 0,045 + 0,4 / 2,04 = 0,02 + 1,41 + 2,22 + 0,20 = 3,85 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

$$R_a = 6,6 / (5,8 / 3,83 + 0,8 / 3,85) = 6,6 / (1,514 + 0,208) = 3,83 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

3.2 Определяем R_6 - термическое сопротивление характерного расчетного фрагмента при разбивке его на участки, параллельные тепловому потоку:

$$R_6 = R_{1-2} + R_{2-3} + R_{3-4} + R_{4-5} + R_{5-6},$$

где R_{1-2} термическое сопротивление штукатурного слоя, равное

$$R_{1-2} = \delta_{ш} / \lambda_{ш} = 0,02 / 0,93 = 0,02 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

R_{2-3} - термическое сопротивление слоя с ПСБ блоками и плитами толщиной

$$\delta_{2-3} = 0,1 \text{ м}, \text{ равное } R_{2-3} = 6,6 / (5,8 / R_{2-3}^1 + 0,8 / R_{2-3}^2), \text{ где}$$

$$R_{2-3}^1 = (\delta_{2-3} \cdot r_1) / \lambda_1 = (0,1 \cdot 0,91) / 0,09 = 1,01 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

$$R_{2-3}^2 = (\delta_{2-3} \cdot \lambda_{r2}) / \lambda_2 = (0,1 \cdot 0,95) / 0,0675 = 1,41 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

$$R_{2-3} = 6,6 / (5,8 / 1,01 + 0,8 / 1,41) = 1,05 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

R_{3-4} - термическое сопротивление слоя с ПСБ блоками и пенополистирольными плитами толщиной $\delta_{3-4} = 0,1 \text{ м}$,

$$\text{равное } R_{3-4} = 6,6 / (5,8 / R_{3-4}^1 + 0,8 / R_{3-4}^{пс}), \text{ где}$$

$$R_{3-4}^1 = R_{2-3}^1 = 1,01 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}, \text{ а } R_{3-4}^{пс} = \delta_{пс} / \lambda_{пс} = 0,1 / 0,045 = 2,22 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

R_{4-5} - термическое сопротивление слоя из ПСБ блоков и железобетонной колонны толщиной $\delta_{4-5} = 0,175 \text{ м}$, равное

$$R_{4-5} = 6,6 / (5,8 / R_{4-5}^1 + 0,8 / R_{жб}), \text{ где}$$

$$R_{4-5}^1 = (\delta_{4-5} \cdot r_1) / \lambda_1 = (0,175 \cdot 0,91) / 0,09 = 1,77 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

$$R_{жб}^1 = \delta_{4-5} / \lambda_{жб} = 0,175 / 2,04 = 0,09 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

$$R_{5-6} = 6,6 / (5,8 / R_{ш} + 0,8 / R_{жб}^2), \text{ где}$$

$$R_{ш} = R_{1-2} = 0,02 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

$$R_{жб}^2 = \delta_{жб} / \lambda_{жб} - R_{жб}^1 = 0,02 - 0,09 = 0,11 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

$$R_{5-6} = 6,6 / (5,8 / 0,02 + 0,8 / 0,11) = 0,02 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

$$R_6 = 0,02 + 1,05 + 1,1 + 0,54 + 0,02 = 2,73 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

3.3 По формуле (7) СНиП II-3-79 определяем приведенное термическое сопротивление стены

$$R_{\text{пр}_k} = (R_a + 2 R_6) / 3 = (3,83 + 2 \cdot 2,73) / 3 = 3,10 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

3.4. По формуле (4) СНиП II-3-79 определяем приведенное термическое сопротивление теплопередаче характерного фрагмента стены

$$R_{\text{ф}_o} = 1 / \alpha_{\text{в}}^1 + R_{\text{пр}_k} + 1 / \alpha_{\text{н}}, \text{ где}$$

$\alpha_{\text{в}}^1$ с учетом выступа железобетонной колонны будет равен:

$$\alpha_{\text{в}}^1 = \alpha_{\text{в}} (6,6 + 2 \cdot 0,205) / 6,6 = 9,24 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$R_{\text{ф}_o} = 1/9,24 + 3,10 + 1/23 = 3,25 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

Общее приведенное сопротивление теплопередаче стены с учетом влияния оконных откосов, шпонок в перекрытии и примыканий внутренних стен составит:

$$R_{\text{пр}_o} = \gamma R_{\text{ф}_o} = 0,92 \cdot 3,25 = 2,99 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

4. Оценка результатов расчетов

Общее приведенное сопротивление наружной стены предлагаемого конструктивного решения, предусматривающее применение ПСБ блоков и плит, а также полистирольного пенопласта, удовлетворяет требованиям московских норм МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях», т.к.

$$R_{\text{пр}_o} = 2,99 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт} > R_{\text{пр}_o}^{\text{норм}} = 2,97 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

Зам. генерального директора
ОАО «ВНИИжелезобетон», к.т.н.
Главный конструктор, к.т.н.



В.И. Мелихов
Л.Л. Лемыш

В.И. Мелихов
Л.Л. Лемыш

« 21 » июля 2005 год

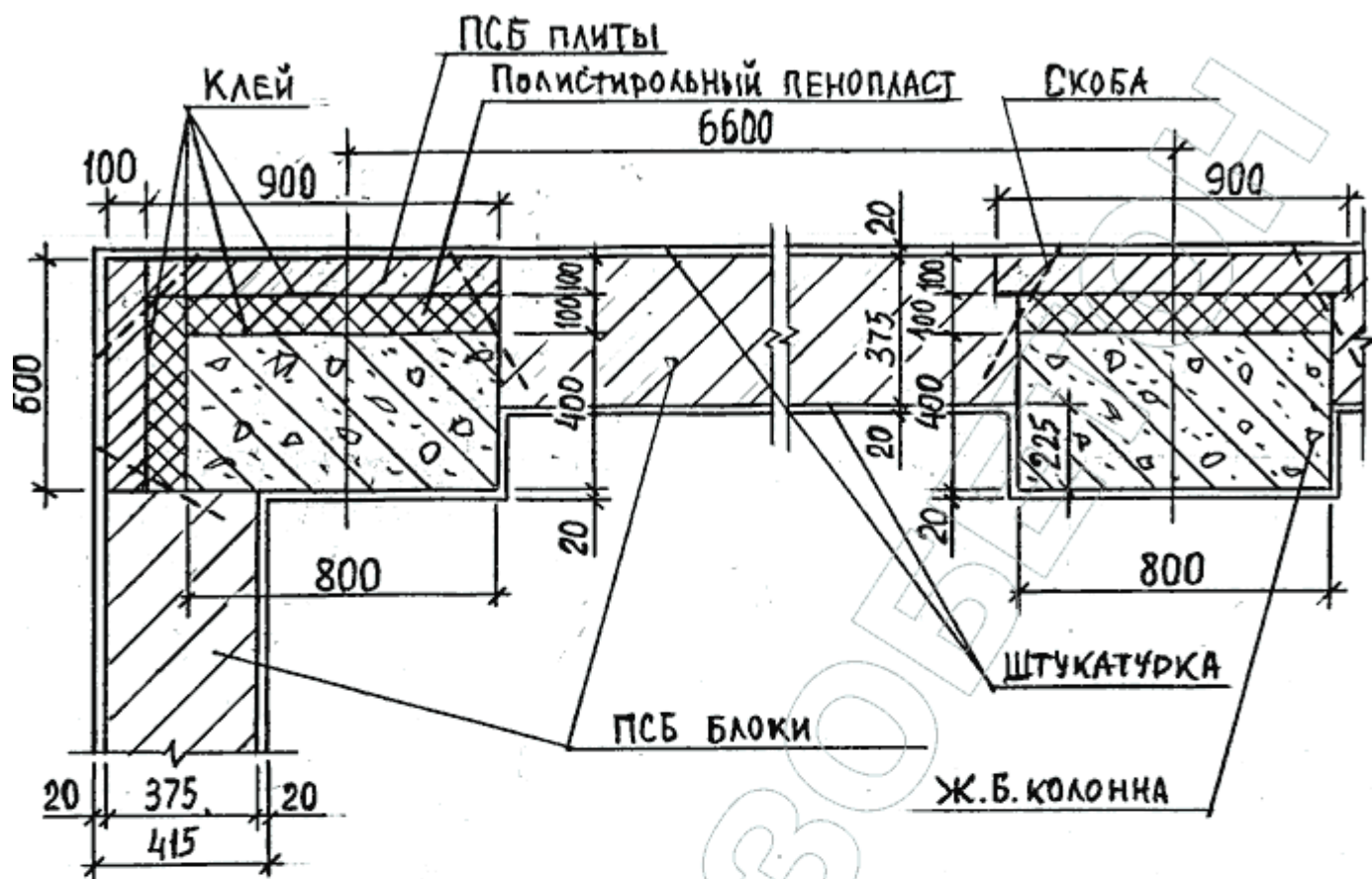


Рис.1. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ СТЕНЫ

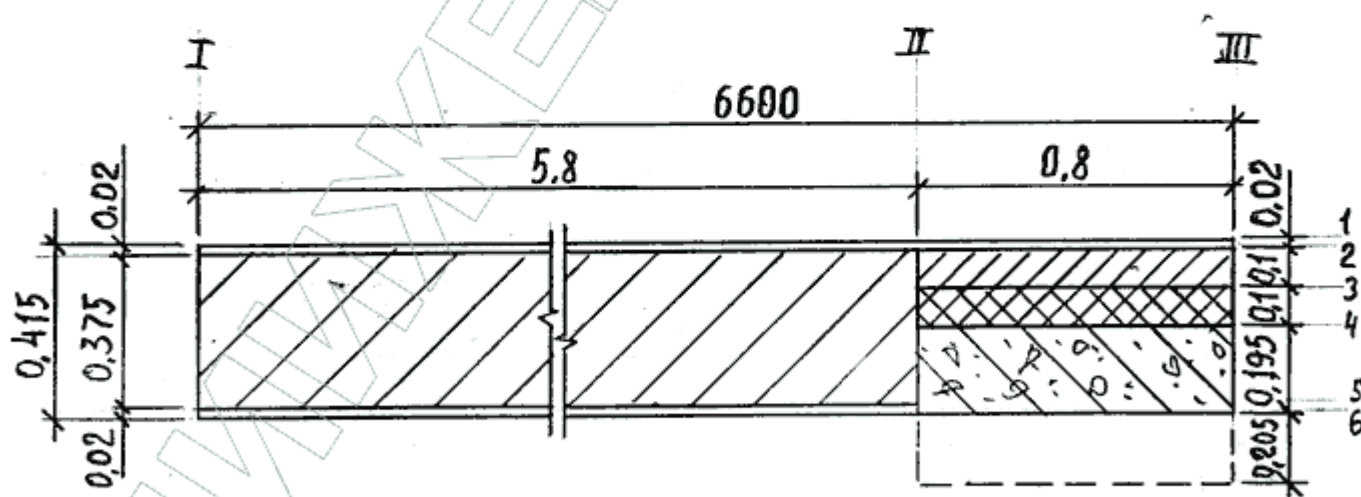


Рис.2. РАСЧЕТНАЯ СХЕМА ХАРАКТЕРНОГО ФРАГМЕНТА СТЕНЫ