



Ассоциация развития
стального строительства

Тема выступления : «Теплотехнический расчёт
наружных каркасно-обшивных стен на основе
ЛСТК с учётом тепловых потерь,
рассчитанных на основании новых таблиц в СП
230.1325800»



Семинар «Стальное строительство»

Камынин Сергей Владимирович
Эксперт АРСС, Почётный строитель РФ
Эл.почта: kamyninsv@mail.ru

г. Москва
1 октября 2019 года

Общие требования



5 Тепловая защита зданий

Пункт 5.2. Формула (5.1). Экспликация. Пояснение к m_p . Изложить в новой редакции:

« m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. В расчете по формуле (5.1) принимается равным 1. Допускается снижение значения коэффициента m_p в случае, если при выполнении расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по методике приложения Г выполняются требования 10.1 к данной удельной характеристике. Значения коэффициента m_p при этом должны быть не менее: $m_p = 0,63$ – для стен, $m_p = 0,80$ – для остальных ограждающих конструкций (кроме светопрозрачных), $m_p = 1,00$ – для светопрозрачных конструкций.»

Формула (5.2). Экспликация. Пояснение к $t_{от}$, $z_{от}$. Заменить слова: «своду правил» на «СП 131.13330.2012 для жилых и общественных зданий».

Таблица 3. Изложить в новой редакции:

«Таблица 3

Здания и помещения, коэффициенты a и b	Градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$	Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче $R_{0,тp}$, ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$, ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Чердачных перекрытий, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Светопрозрачных ограждающих конструкций, кроме фонарей	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7
1.1 Жилые, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	<u>0,49</u>	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	<u>0,63</u>	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	<u>0,73</u>	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	<u>0,75</u>	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	<u>0,77</u>	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	<u>0,8</u>	0,55
a	–	0,00035	0,0005	0,00045	–	0,000025
b	–	1,4	2,2	1,9	–	0,25
1.2 Лечебно-профилактические, дошкольные образовательные и общеобразовательные организации, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	<u>0,3</u>	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	<u>0,45</u>	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	<u>0,6</u>	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	<u>0,7</u>	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	<u>0,75</u>	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	<u>0,8</u>	0,55
a	–	0,00035	0,0005	0,00045	–	0,000025
b	–	1,4	2,2	1,9	–	0,25
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	<u>0,49</u>	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	<u>0,63</u>	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	<u>0,73</u>	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	<u>0,75</u>	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	<u>0,77</u>	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	<u>0,8</u>	0,55

Общие требования

Структура требований по энергосбережению и теплозащите в актуализированном СНиП

- Требование к удельному потреблению энергии на отопление и вентиляцию здания.
- Требование к удельным теплотерям через оболочку здания.
- Требования к сопротивлению теплопередаче отдельных ограждающих конструкций.

Требуемые значения сопротивлений теплопередаче ограждений жилых зданий.

$$R_o^{норм} = R_o^{мп} m_p$$

Для стен $m_p \geq 0,63$
Для покрытий $m_p \geq 0,80$

ГСОП, (°С сут.)/год	Значения требуемого сопротивления теплопередаче для ограждающих конструкций, м ² °С/Вт			
	стен	покрытий и перекрытий над проездами	чердачных перекрытий	окон и балконных дверей
2000	2,1	3,2	2,8	0,30
4000	2,8	4,2	3,7	0,45
6000	3,5	5,2	4,6	0,60
8000	4,2	6,2	5,5	0,70
10000	4,9	7,2	6,4	0,75
12000	5,6	8,2	7,3	0,80

Введено определение приведенного сопротивления теплопередаче

Приведенным сопротивлением теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции называется физическая величина численно равная отношению перепада температур воздуха по разные стороны ограждающей конструкции к осредненной по площади фрагмента плотности потока теплоты через данный фрагмент конструкции при стационарных условиях теплопередачи.

$$R_o^{np} = \frac{t_a - t_n}{\sum \frac{Q}{A}}$$

Введен новый метод расчета приведенного сопротивления теплопередаче

Новый метод расчета основан на представлении ограждающей конструкции в виде набора независимых теплозащитных элементов.

$$R_o^{np} \geq R_o^{норм}$$

$$R_o^{np} = \frac{l}{\sum a_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k}$$

Расчет гармонизирован с EN ISO 10211-2:2001 «Berechnung der Wärmestrome und Oberflächentemperaturen Teil 2: Linienförmige Wärmebrücken».

Общие требования

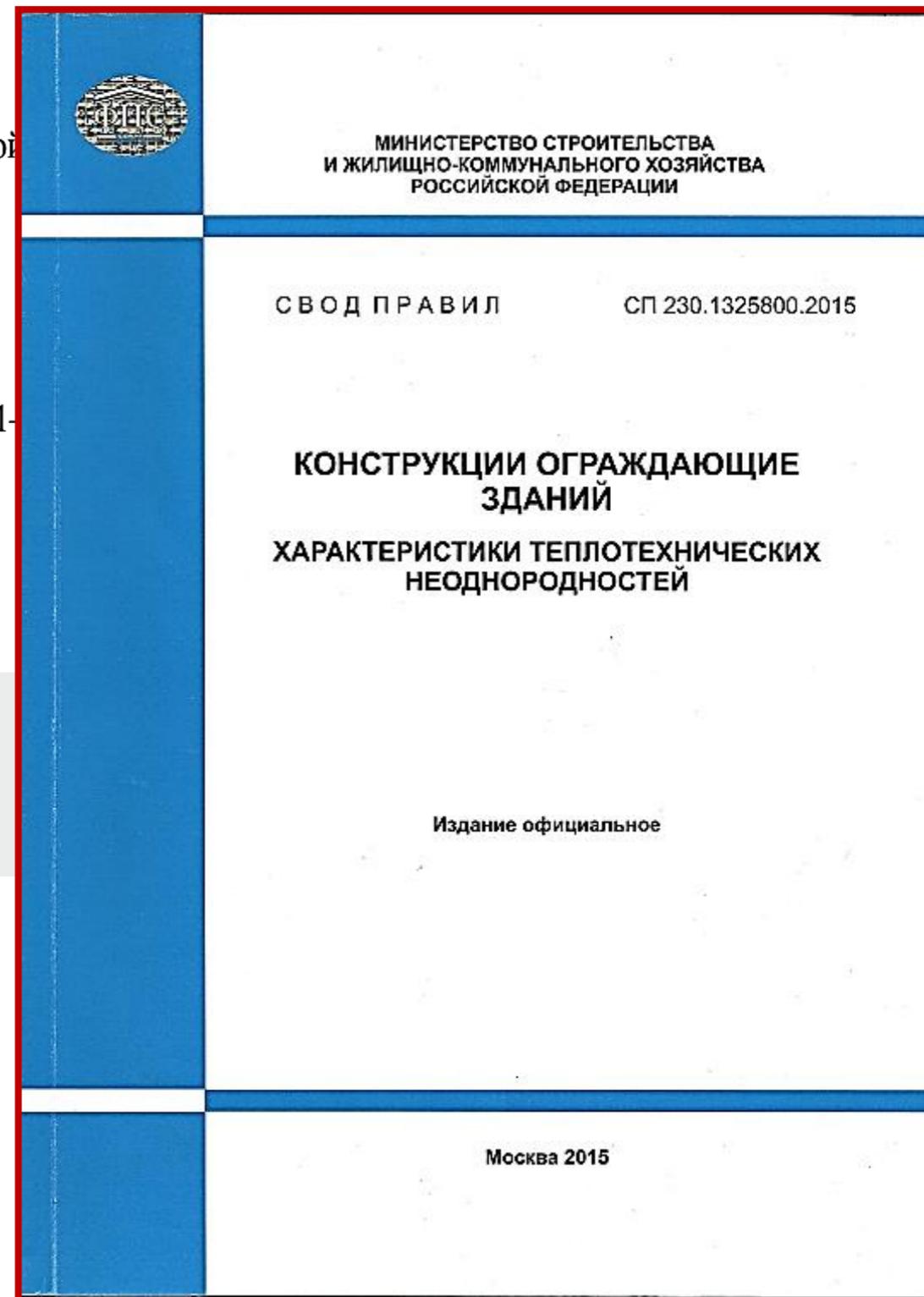
Основу СП составляют таблицы удельных потерь теплоты типовых элементов ограждающих конструкций

В приложении представлены следующие группы узлов:

- швы кладки из блоков особо легкого и ячеистого бетона (таблицы Г.1–Г.3);
- тарельчатый анкер в СФТК и системах наружной теплоизоляции с вентилируемой воздушной прослойкой (таблица Г.4);
- сопряжения плит перекрытия со стенами (таблицы Г.5–Г.26);
- углы стен (таблицы Г.27–Г.28);
- примыкания оконных блоков к стене (таблицы Г.29–Г.38);
- примыкание стен к фундаменту (таблицы Г.39–Г.40);
- различные виды связей в трехслойных железобетонных панелях (таблицы Г.41–Г.46);
- наружные каркасно-обшивные стены (таблицы Г.47–Г.68);
- НФС (таблицы Г.69–Г.80);
- сопряжения стен с совмещенным кровельным покрытием (таблицы Г.81–Г.92);
- узлы кровли (таблицы Г.93–Г.104).

Пример : Удельные потери теплоты Ψ , Вт/(м°С), для узла примыкания оконного блока к стене.

	$d_3=0$ мм		
	$\lambda_{\text{кам}}=0,1$	$\lambda_{\text{кам}}=0,18$	$\lambda_{\text{кам}}=0,32$
$d_{\text{кл}}=200$	0,017	0,040	0,071
$d_{\text{кл}}=300$	0,038	0,067	0,106
$d_{\text{кл}}=500$	0,063	0,110	0,169
$d_3=60$ мм			
$d_{\text{кл}}=200$	0,008	0,025	0,050
$d_{\text{кл}}=300$	0,029	0,054	0,088
$d_{\text{кл}}=500$	0,056	0,100	0,152



$$R_o^{np} = \frac{l}{\sum a_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k}$$

ТЕРМОПРОФИЛЬ А

Схема перфорации показана на рисунке 1.1

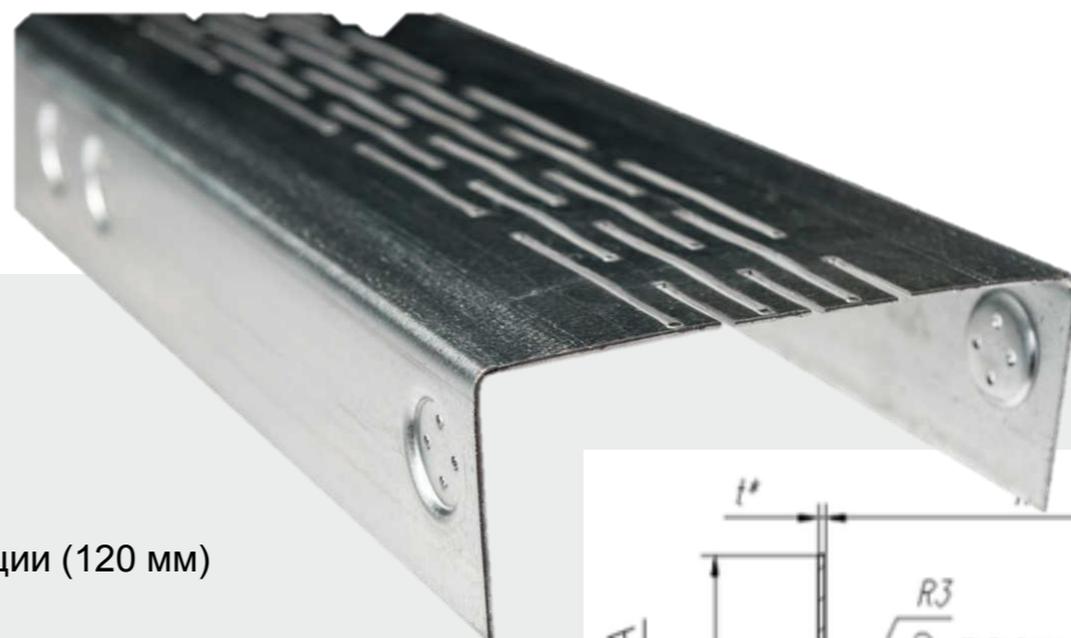
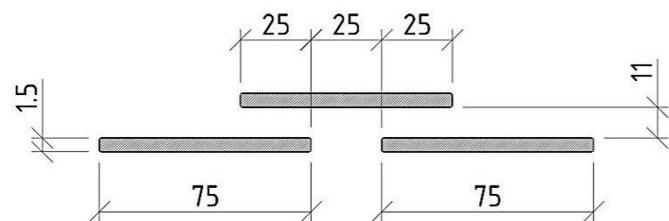


Рисунок 1.1 – Схема перфорации А

Перфорация содержит 6 полос прорезей.

Эквивалентная теплопроводность зоны перфорации (120 мм)

составляет **7,0 Вт/(м·°С).**

ТЕРМОПРОФИЛЬ Б

Схема перфорации показана на рисунке 1.2

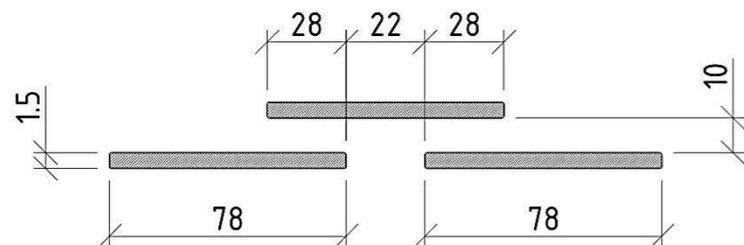


Рисунок 1.2 – Схема перфорации Б

Перфорация содержит 6 полос прорезей.

Эквивалентная теплопроводность зоны перфорации (120 мм)

составляет **6,3 Вт/(м·°С).**

ТЕРМОПРОФИЛЬ В

Схема перфорации аналогична показанной на рисунке 1.2.

Перфорация содержит 8 полос прорезей.

Эквивалентная теплопроводность зоны перфорации (120 мм)

составляет **4,8 Вт/(м·°С).**



Термопрофиль. Особенности расчёта теплотерь с учётом перфорации стенки.

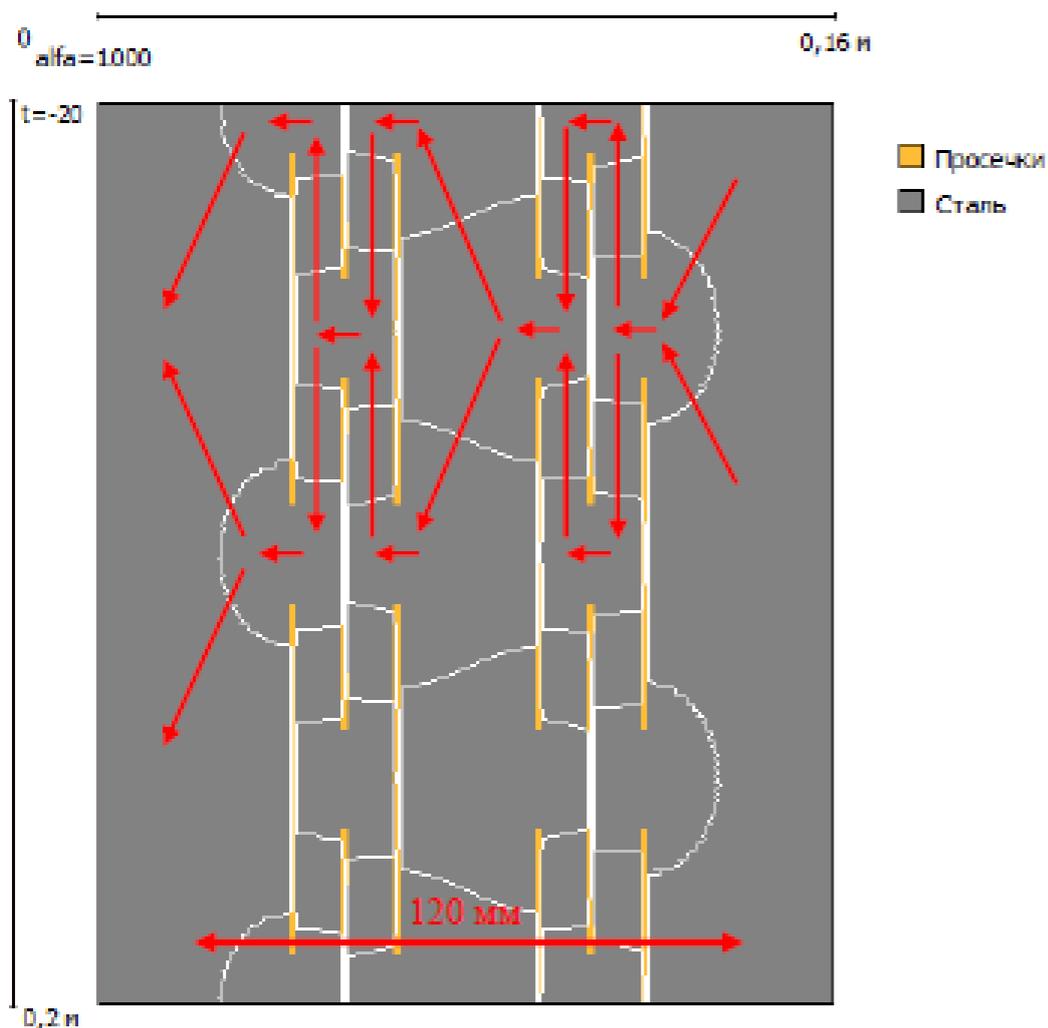


Рисунок 1 – Температурное поле термопрофиля. Красными стрелками показано направление теплового потока.

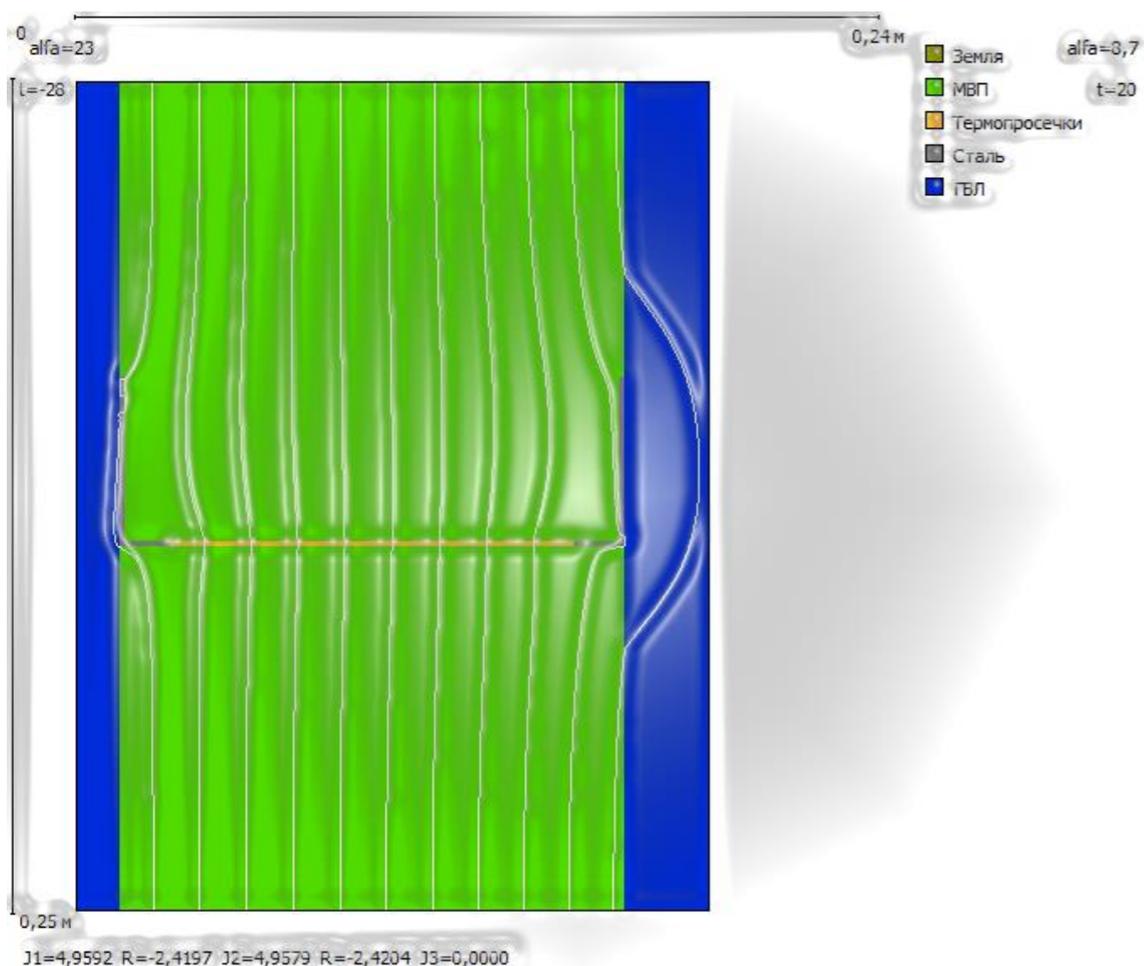
Для удобства расчетов в качестве характеристики термопрофиля принята теплопроводность перфорированной **зоны размером 120 мм в центре термопрофиля**, включающая в себя все термопросечки, пространство между ними и некоторую область вокруг них

Далее представлены три варианта перфорации, которые используются в таблицах. Для удобства схемы перфорации условно обозначены тип «А», «Б» и «В».

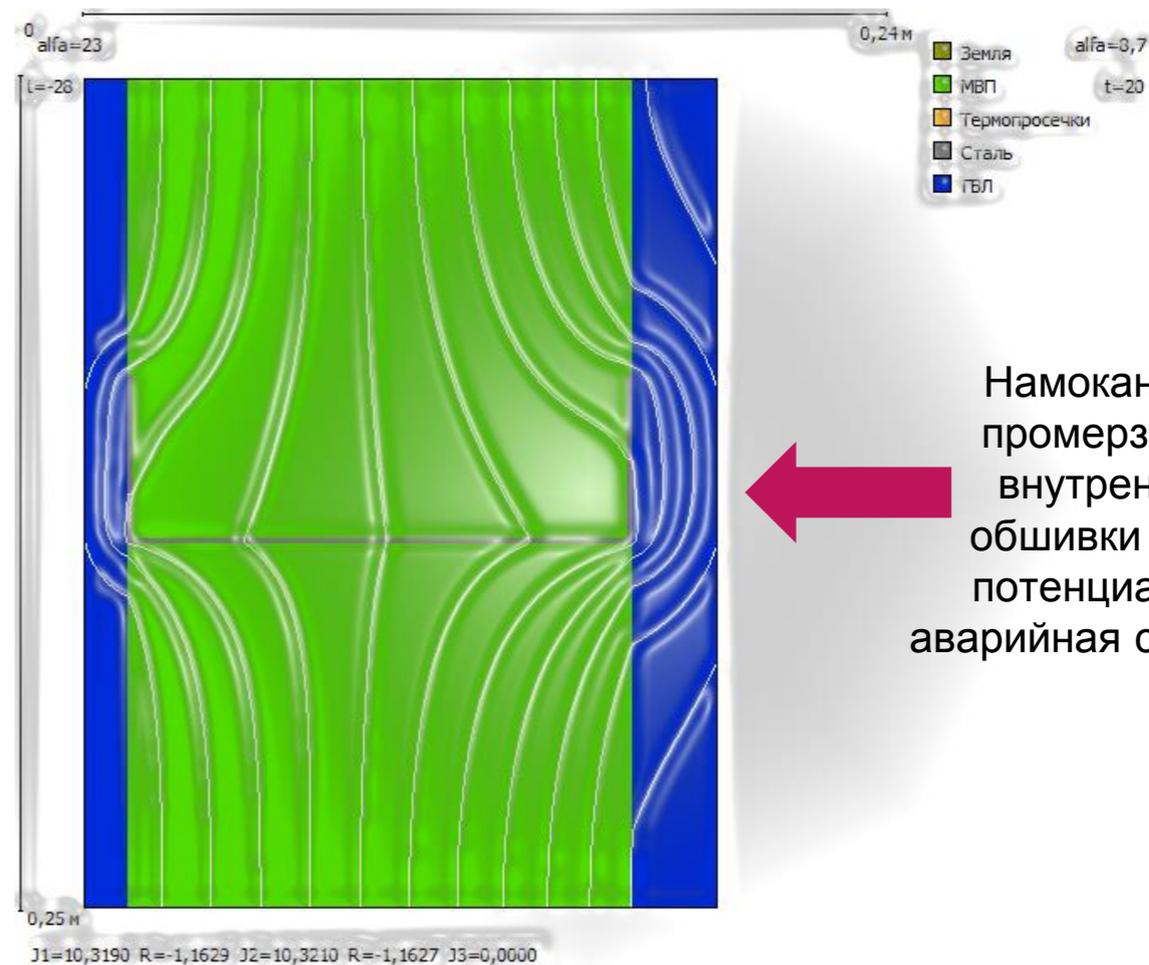
Несколько важных выводов:

1. Теплотери по термопрофилю не зависят от толщины утеплителя, а только от толщины стали и типа перфорации.
2. Профиль без термопросечек имеет теплотери почти в 5 раз выше чем аналогичный профиль с просечками в стенке, при этом приведённое сопротивление теплопередаче вырастает на 60-70%.
3. Минимальные температуры на внутренней поверхности стен с термопрофилями для всех рассмотренных узлов выше точки росы и не приведут к промерзанию конструкции. Это связано термоперфорацией и с качественными утеплителями конструкций КОС, ориентированных на экономию тепловой энергии.

Термопрофиль. Особенности расчёта теплотерь с учётом перфорации стенки.

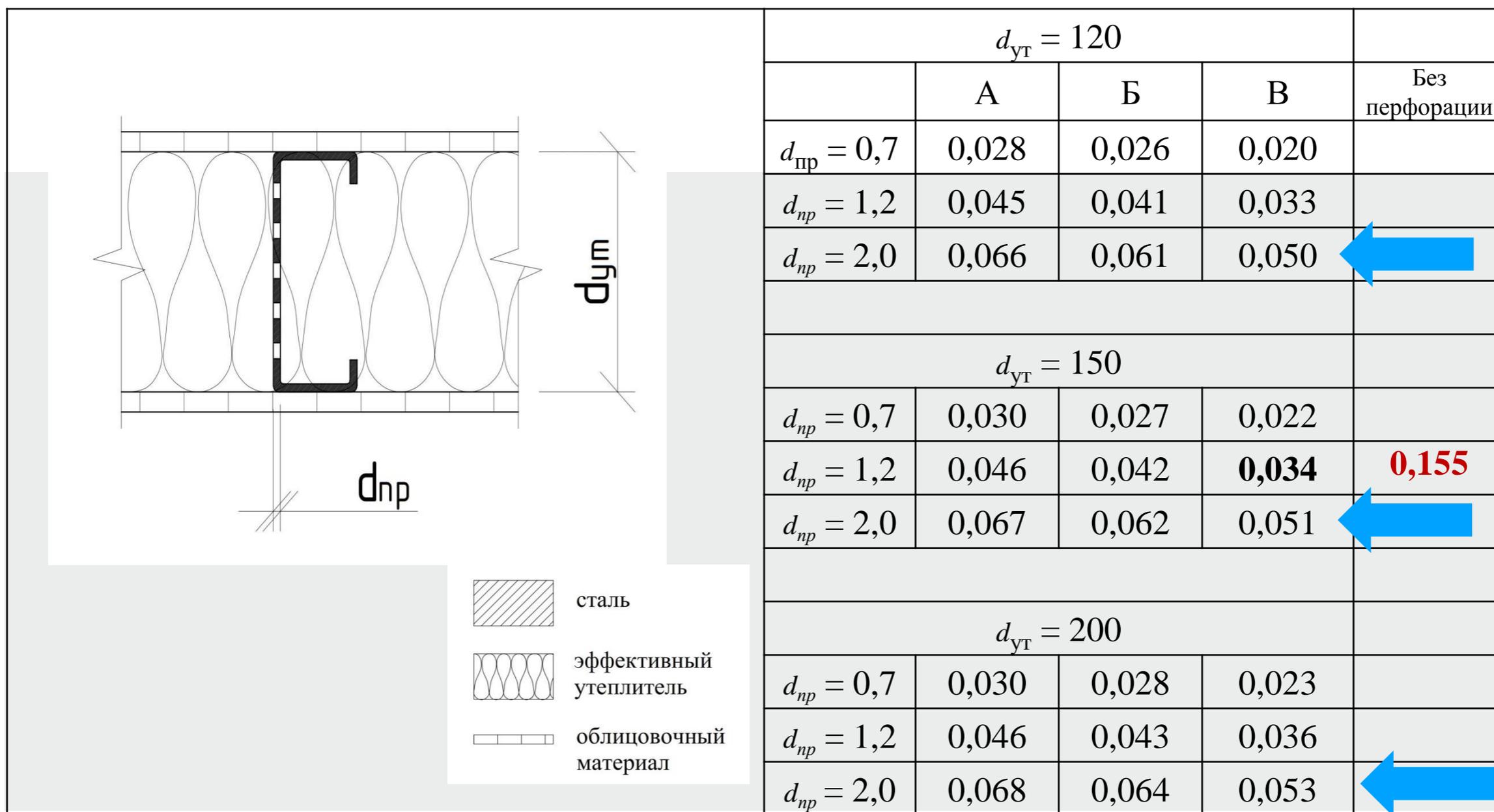


Термопрофиль



Профиль без термоперфорации

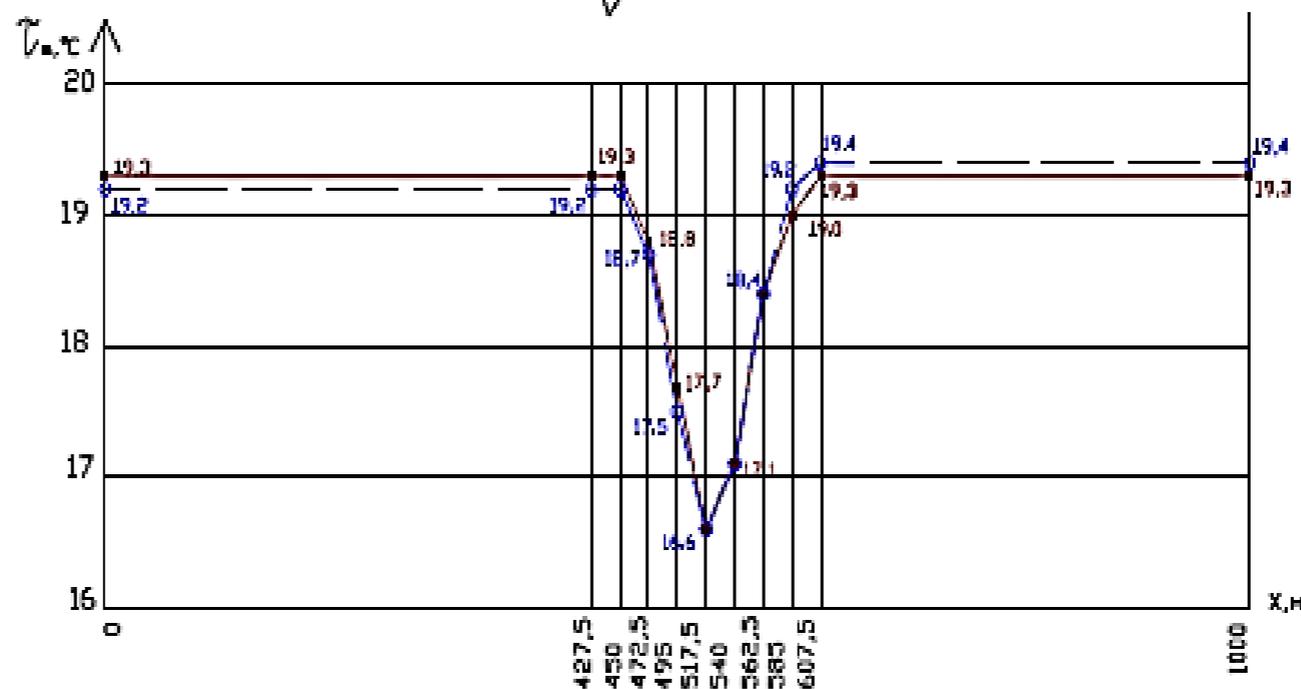
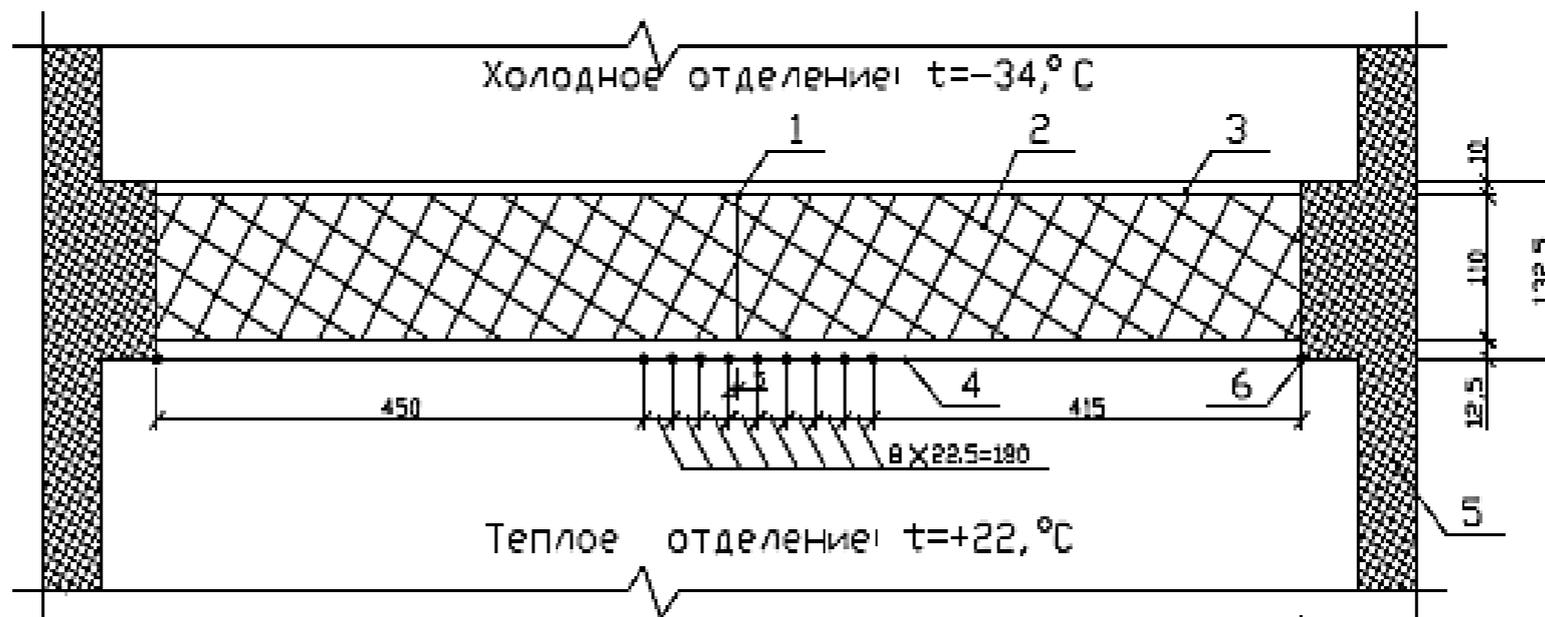
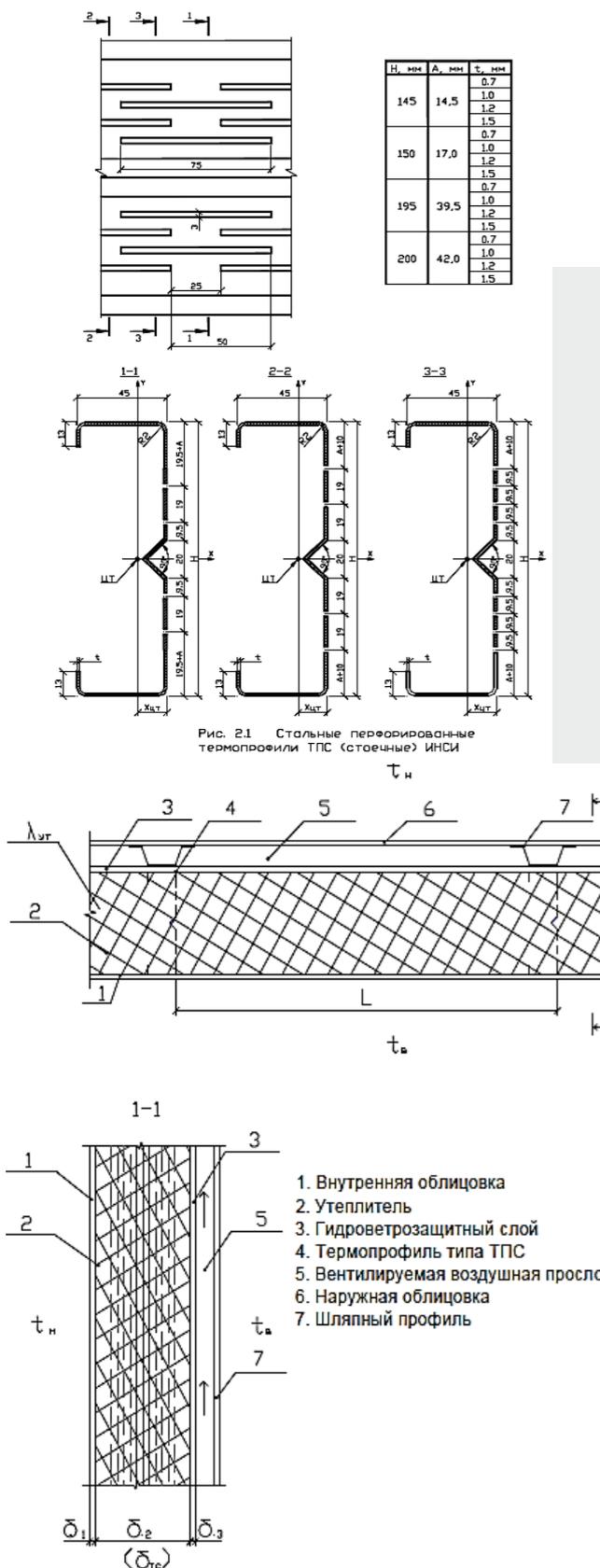
Методика расчёта температурного поля. Программа основана на численном решении нестационарного уравнения теплопроводности в цилиндрических координатах. Расчёты проводятся на ЭВМ по программе по расчёту стационарных двумерных осесимметричных температурных полей. **Расчёт всех вариантов узлов проводился на программном комплексе разработки НИИСФ РААСН.**



Т а б л и ц а 1 – Удельные потери теплоты Ψ , Вт/(м²·°С), стойка (направляющая) каркаса из термопрофиля

При таких теплотерях по стойке приведённое сопротивление теплопередаче стен с каркасом из обычных профилей без просечек на стенке не сможет превысить значение $R_o^{пр}$ не более **1,5 м² °С/Вт**. Если заменить на термопрофиль для этой толщины стали и для этого слоя утеплителя, то можно достичь приведённого сопротивления теплопередаче стены $R_o^{пр}=2,5 м^2 °С/Вт$ (то есть на **67% выше, чем аналогичный профиль без перфорации**).

Предыстория вопроса



- Условные обозначения:
- экспериментальные значения
 - расчетные значения
1. Термопрофиль типа ТПП
 2. Утеплитель
 3. Наружная облицовка
 4. Внутренняя облицовка
 5. Конструкция климатической камеры
 6. Места расположения термопар

Рис.3.10. Результаты инструментальной оценки температурного поля фрагмента каркасно-обшивной стены с каркасом из термопрофилей ТПП 110*1,0 при его испытании в климатической камере в сравнении с соответствующими расчетными значениями.

Рис.3.1. Расчетная схема к теплотехническому расчету каркасно-обшивной стены с каркасом из термопрофилей ИНСИ.

Толщина теплоизоляции (высота стенки термопрофиля) ($\delta_{ТС}$), мм	Толщина стенки термопрофиля (t), мм	Расчетный коэффициент теплопроводности утеплителя (λ), Вт/м °С	Приведенное термическое сопротивление ($R_{к пр}$), м ² °С/Вт, теплоизоляционного слоя толщиной ($\delta_{ТС}$) при шаге термопрофилей (L), мм			Коэффициент теплотехнической однородности (γ) теплоизоляционного слоя при шаге термопрофилей (L), мм		
			600	900	1200	600	900	1200
1	2	3	4	5	6	7	8	9
200	0,7	0,03	5,053	5,501	5,754	0,769	0,833	0,869
		0,04	3,976	4,270	4,433	0,807	0,863	0,893
		0,05	3,275	3,488	3,604	0,832	0,881	0,908
		0,06	2,787	2,950	3,038	0,850	0,895	0,919
		0,07	2,426	2,556	2,626	0,864	0,905	0,927
		0,08	2,150	2,256	2,313	0,876	0,913	0,934
		0,09	1,928	2,018	2,066	0,884	0,920	0,938
		0,1	1,752	1,828	1,869	0,893	0,926	0,943
	1,0	0,03	4,743	5,255	5,551	0,724	0,798	0,840
		0,04	3,779	4,118	4,310	0,770	0,834	0,870
		0,05	3,139	3,385	3,522	0,800	0,857	0,889
		0,06	2,686	2,875	2,978	0,823	0,874	0,903
		0,07	2,348	2,499	2,580	0,839	0,887	0,913
		0,08	2,084	2,209	2,276	0,852	0,896	0,920
		0,09	1,877	1,981	2,037	0,864	0,905	0,927
		0,1	1,706	1,795	1,843	0,873	0,911	0,932
	1,2	0,03	4,565	5,109	5,429	0,699	0,777	0,823
		0,04	3,664	4,028	4,236	0,749	0,817	0,856
		0,05	3,059	3,324	3,472	0,782	0,843	0,878
		0,06	2,626	2,829	2,942	0,806	0,862	0,893
		0,07	2,302	2,464	2,553	0,825	0,876	0,904
		0,08	2,049	2,182	2,255	0,840	0,887	0,913
		0,09	1,845	1,958	2,019	0,851	0,896	0,920
		0,1	1,681	1,777	1,829	0,862	0,904	0,926

Достоверность представленных в таблицах и на графиках расчетных теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций с применением термопрофилей ИНСИ подтверждается высокой степенью сходимости температурных полей фрагмента такой конструкции (рис. 3.10), полученных расчетом на ПЭВМ с использованием программного комплекса «TEMPER-3D» и в результате его испытаний в климатической камере согласно ГОСТ 26254-84 [4].

а
 $R_{0\text{пр}}, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

6

5

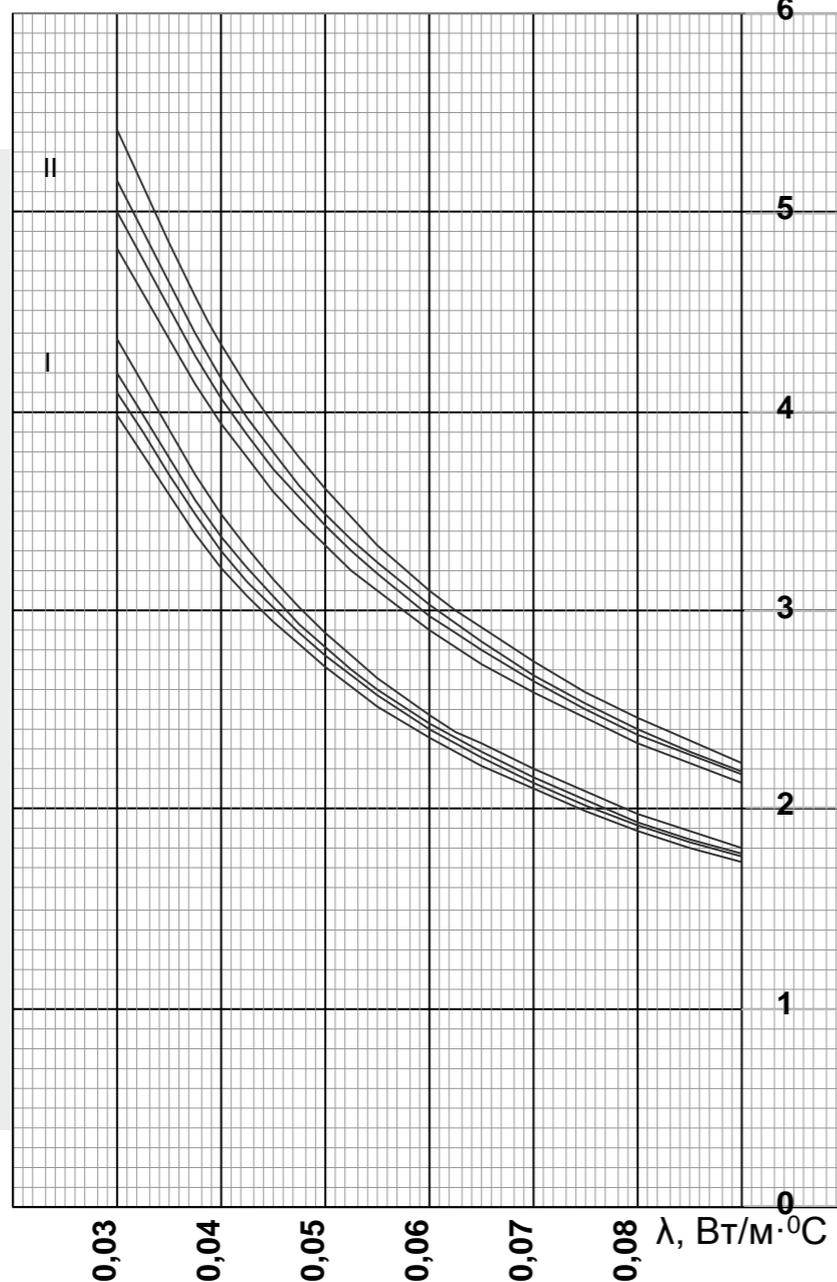
4

3

2

1

0



б

$R_{0\text{тп}}, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

6

5

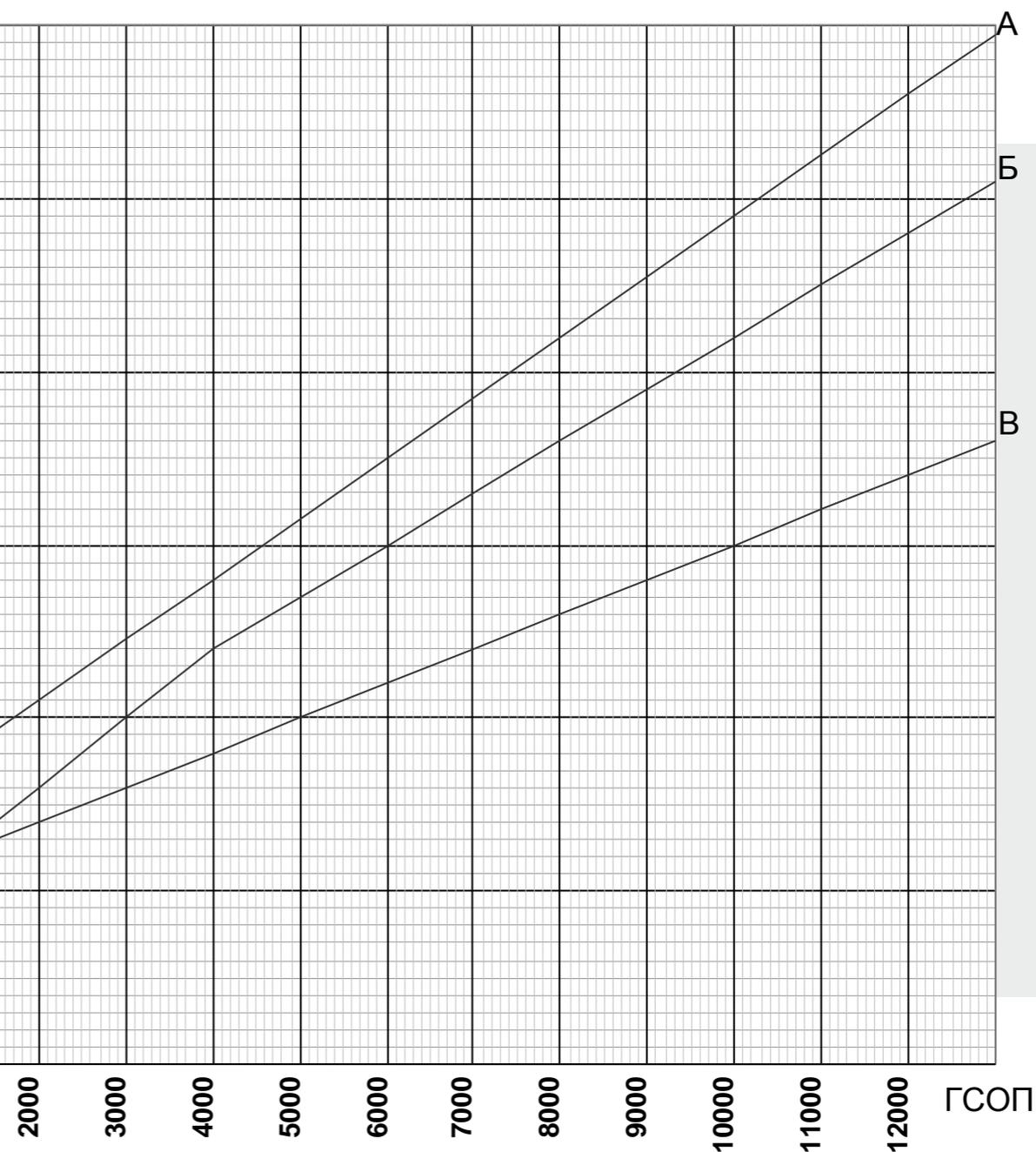
4

3

2

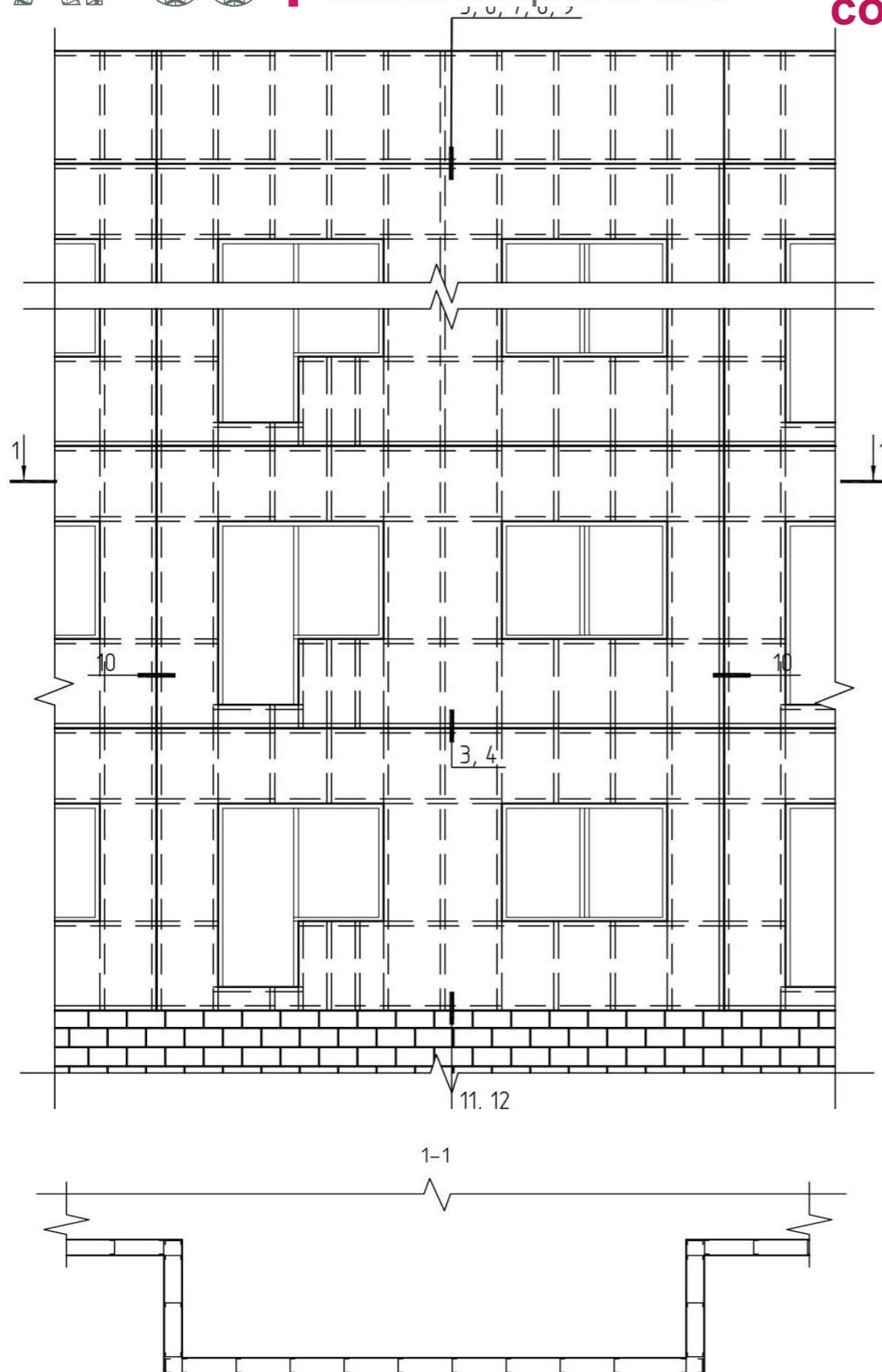
1

0



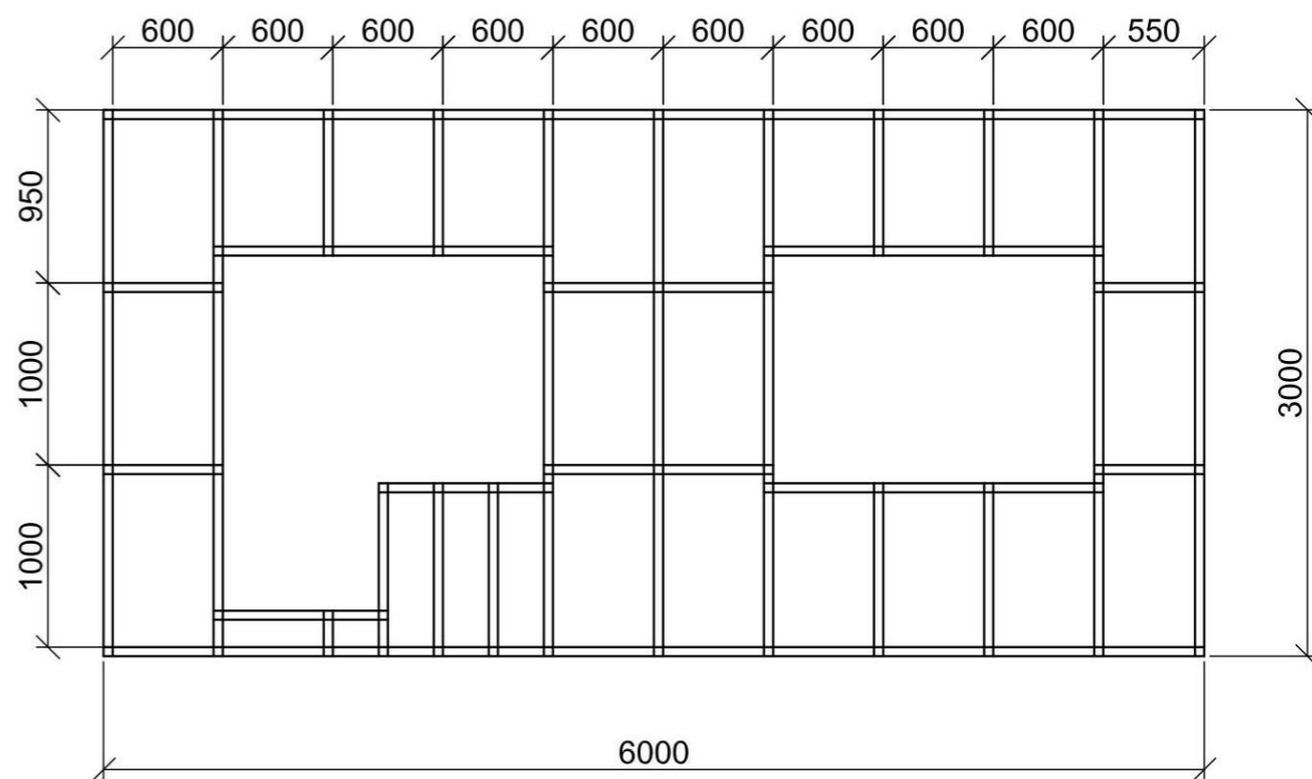
Приведённое сопротивление теплопередаче стен ($R_{0\text{пр}}$) с каркасом из термопрофилей толщиной: 0,7 (1); 1,0 (2); 1,2 (3) и 1,5 (4) мм при толщине теплоизоляции 150 (I) и 200 (II) мм в зависимости от расчётного значения коэффициента теплопроводности теплоизоляции (λ) в сравнении с требуемыми из условия энергосбережения значениями сопротивления теплопередаче наружных стен жилых (А), общественных (Б) и производственных (В) зданий в зависимости от расчётных значений градусо – суток отопительного периода (ГСОП).

Пример расчета тепловых потерь и расчётного сопротивления теплопередаче с применением таблиц по изм.1 СП 230



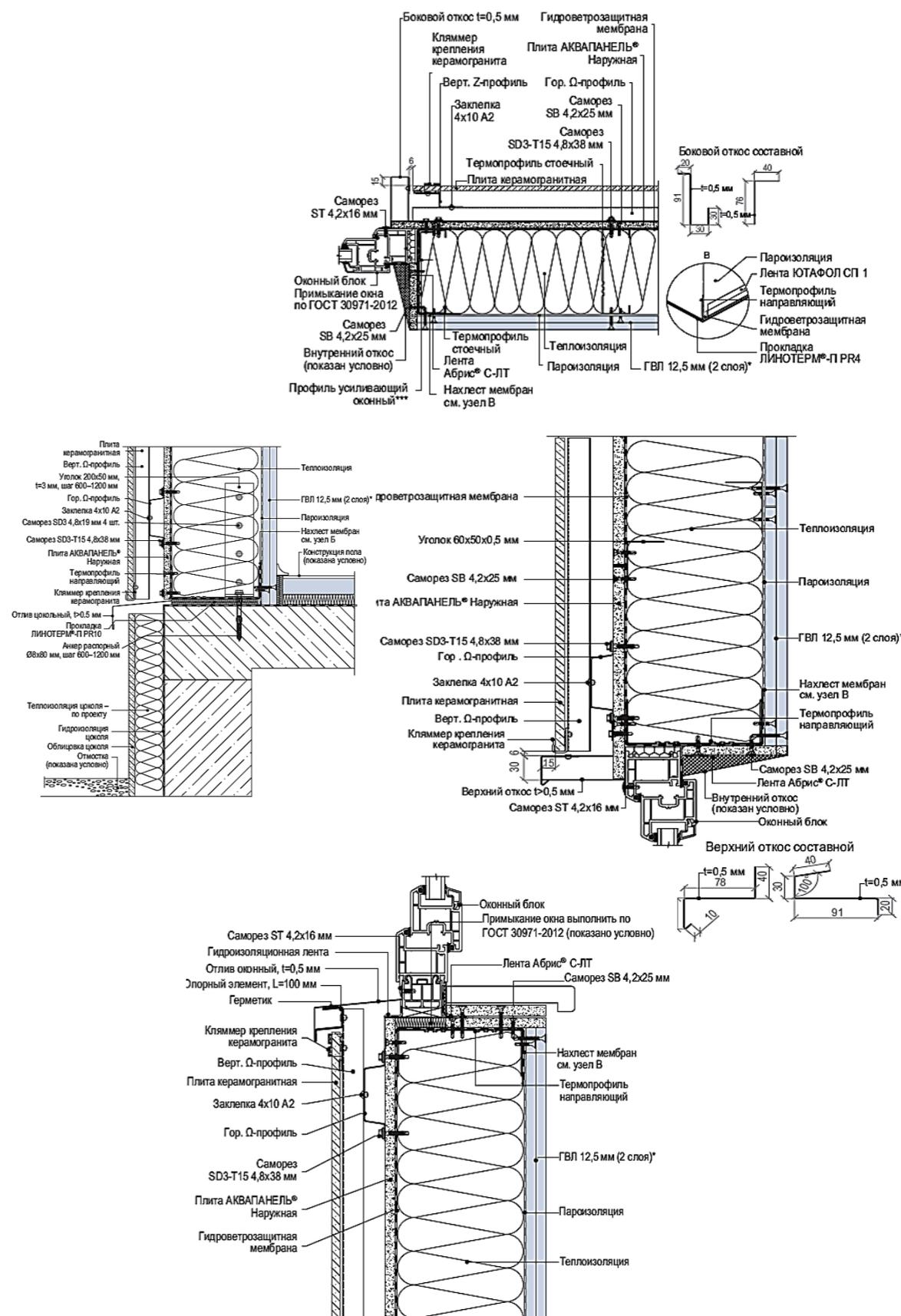
Пример 1. Расчёт приведённого сопротивления теплопередаче наружной стены (КОС) с оконным проёмом и с **частичным опиранием стены на железобетонное перекрытие**. стены с каркасом из термопрофилей 200 тип В, толщина 1.2 мм. Шаг профилей – 600 мм. Район строительства – г. Москва.

В настоящем примере перед проектировщиком поставлена задача добиться базового значения сопротивления теплопередаче по таблице 3 СП 50.13330.2012 которое составляет **2,99 (м²·°С)/Вт**, хотя нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче стен для Москвы (с понижающим коэф. 0,63) составляют **1,88 (м²·°С)/Вт**.



Пример расчёта тепловых потерь и расчётного сопротивления теплопередаче с применением таблиц по изм.1 СП 230

1. Удельные потери теплоты узла прохождения термопрофиля принимаются по таблице 1 и составляют $0,036 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$. Термопрофили расположены с шагом $0,6 \text{ м}$ с учетом учащения расположения профилей вдоль проёмов и углов здания протяжённость термопрофилей, приходящаяся на 1 м^2 стены составляет $2 \text{ м}/\text{м}^2$.
2. Удельные потери теплоты узла сопряжения стены из ЛСТК с частичным опиранием на железобетонную плиту перекрытия принимаются по таблице 3 и составляют $0,202 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$. Средняя протяжённость торца плиты перекрытия, приходящаяся на 1 м^2 стены составляет $0,4 \text{ м}/\text{м}^2$.
3. Удельные потери теплоты стыка стены с оконными и дверными проёмами составляют $0,04 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$. Средняя протяжённость откосов проёмов, приходящаяся на 1 м^2 стены составляет $0,6 \text{ м}/\text{м}^2$.
4. Удельные потери теплоты выпуклых углов наружных стен принимаются по таблице 10 и составляют $0,009 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$. Средняя протяжённость выпуклых углов, приходящаяся на 1 м^2 стены составляет $0,1 \text{ м}/\text{м}^2$.
- Удельные потери теплоты вогнутых углов наружных стен принимаются по таблице 10 и составляют $-0,071 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$. Средняя протяжённость вогнутых углов, приходящаяся на 1 м^2 стены составляет $0,036 \text{ м}/\text{м}^2$.
5. Удельные потери теплоты стыков с парапетом с частичным опиранием на железобетонную плиту покрытия принимаются по таблице 5 и составляют $0,32 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$. Средняя протяжённость стыков с парапетом, приходящаяся на 1 м^2 стены составляет $0,1 \text{ м}/\text{м}^2$.
6. Удельные потери теплоты примыкания стены из ЛСТК к цоколю и железобетонной плите перекрытия принимаются по таблице 11 и составляют $0,124 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{С})$. Средняя протяжённость примыкания к цоколю, приходящаяся на 1 м^2 стены составляет $0,1 \text{ м}/\text{м}^2$.



Пример расчёта тепловых потерь и расчётного сопротивления теплопередаче с применением таблиц по имз. 1 СП 230

Расчёт приведённого сопротивления теплопередаче КОС класса В сведён в таблицу в соответствии с приложением Е СП 50.13330

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты, Вт/(м ² ·°С)	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м ² ·°С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Стена по глади	$a = 1 \text{ м}^2/\text{м}^2$	$U_1 = 0,188$	$U_1 a_1 = 0,188$	46,2
Термопрофили	$l_1 = 2 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_1 = 0,036$	$\Psi_1 l_1 = 0,072$	17,7
Стык с плитой перекрытия	$l_2 = 0,4 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_2 = 0,202$	$\Psi_2 l_2 = 0,081$	19,9
Откосы	$l_3 = 0,6 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_3 = 0,04$	$\Psi_3 l_3 = 0,024$	5,9
Выпуклый угол	$l_4 = 0,1 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_4 = 0,009$	$\Psi_4 l_4 = 0,001$	0,2
Вогнутый угол	$l_5 = 0,036 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_5 = -0,071$	$\Psi_5 l_5 = -0,003$	-0,7
Стык с парапетом	$l_6 = 0,1 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_6 = 0,32$	$\Psi_6 l_6 = 0,032$	7,9
Стык с цоколем	$l_7 = 0,1 \text{ м}/\text{м}^2$	$\Psi_7 = 0,124$	$\Psi_7 l_7 = 0,012$	2,9
Итого			$1/R^{\text{пр}} = 0,407$	100

Сопротивление теплопередаче по глади конструкции определяется по формуле (Е.6) СП 50.13330.2012.

$$R_{o1}^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,024}{0,21} + \frac{0,2}{0,04} + \frac{0,012}{0,21} + \frac{1}{23} = 5,33 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

$${}^{14}U_1 = \frac{1}{R_{o1}^{\text{усл}}} = \frac{1}{5,33} = 0,188 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Приведённое сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции рассчитывают по формуле (Е.1) СП 50.13330:

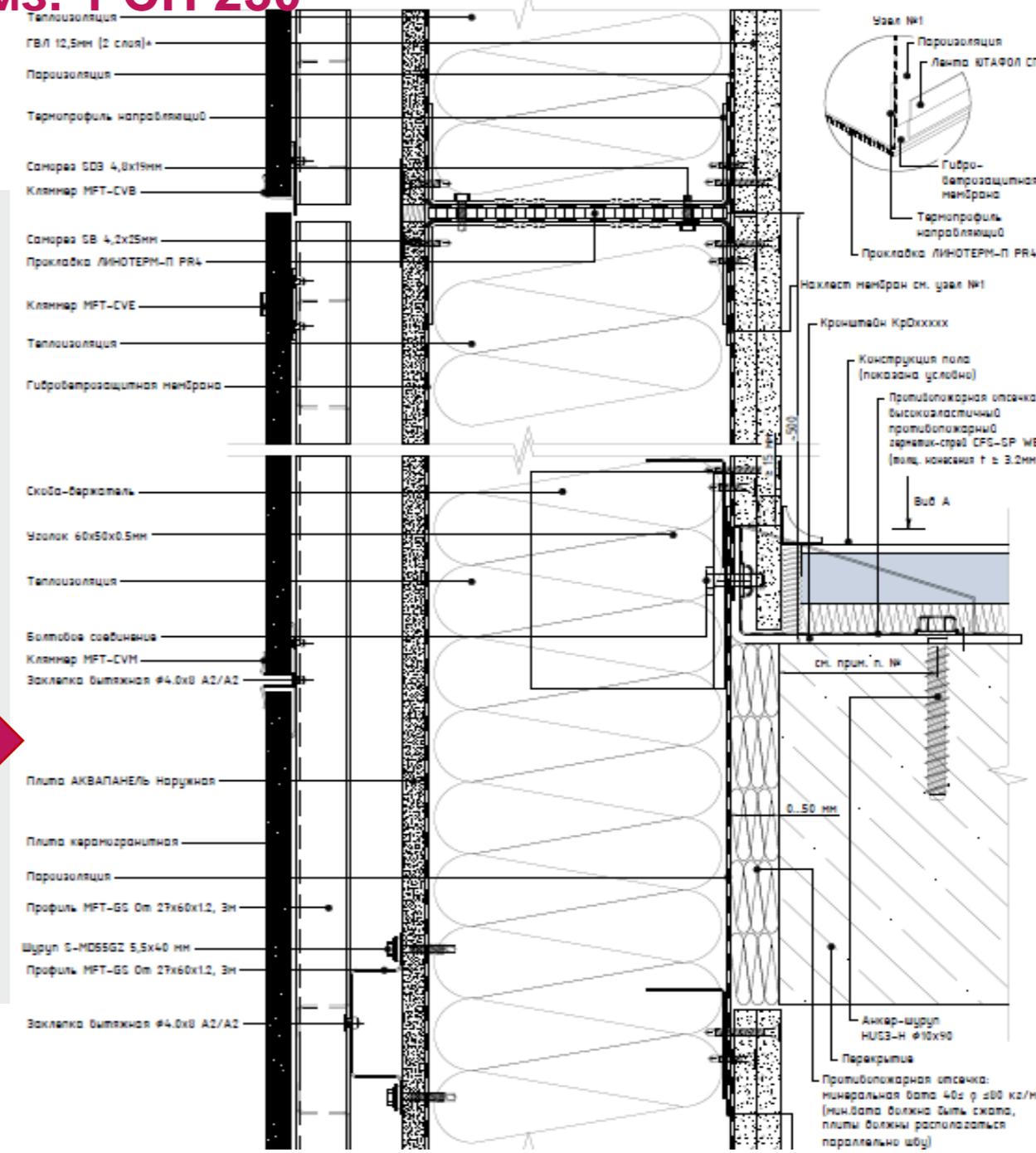
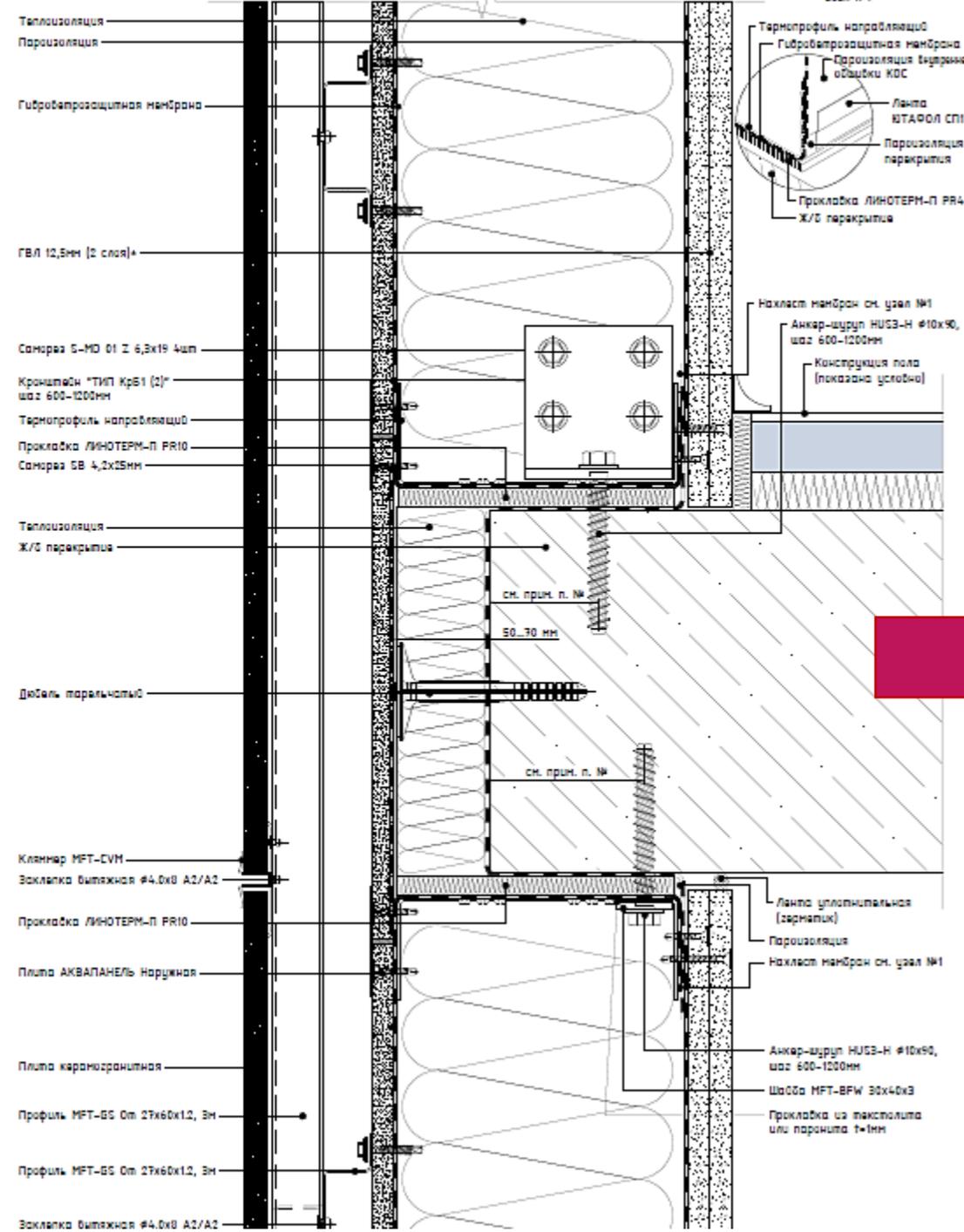
$$R_o^{\text{пр}} = \frac{1}{0,407} = 2,46 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт.}$$

Коэффициент теплотехнической однородности:

$$r = \frac{R_o^{\text{пр}}}{R_{o1}^{\text{усл}}} = 0,46$$

Пример расчёта тепловых потерь и расчётного сопротивления теплопередаче с применением таблиц по имз. 1 СП 230

к.к. Основные требования для типа крепления "В": вертикальный разрез рабочего модуля, крепления к перекрытию вариант №1 (расстояние между торцом плиты перекрытия и внешней панелью модуля КОС составляет 50...70 мм), НВФ крепится к модулю КОС.



Пример расчёта тепловых потерь и расчётного сопротивления теплопередаче с применением таблиц по имз. 1 СП 230

Таблица 3 – Удельные потери теплоты Ψ , Вт/(м²·°С), для узла сопряжения стены из ЛСТК и железобетонной плиты перекрытия. Частичное опирание на плиту перекрытия.

	$d_{ст}, \text{мм}$		
$d_{ут}, \text{мм}$	0,7	1,2	2
125	0,121	0,128	0,134
150	0,142	0,149	0,157
200	0,192	0,202	0,205

Таблица 2 – Удельные потери теплоты χ , Вт/°С, для кронштейнов опирания панелей ЛСТК.

	$S_{кр}, \text{мм}$		
$d_{ст}, \text{мм}$	1200	1600	2000
125	0,108	0,114	0,118
150	0,106	0,112	0,117
200	0,100	0,108	0,114

Пример расчета тепловых потерь и расчётного сопротивления теплопередаче с применением таблиц по изм.1 СП 230

Расчёт приведённого сопротивления теплопередаче КОС класса D сведён в таблицу в соответствии с приложением Е СП 50.13330

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты, Вт/(м ² ·°С)	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м ² ·°С)	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Стена по глади	a = 1 м ² /м ²	U1 = 0,188	U1 a1 = 0,188	58,0
Термопрофили	l1 = 2 м/м ²	Ψ1 = 0,036	Ψ1 l1 = 0,072	22,2
Стык с плитой перекрытия	n1 = 0,22 м/м ²	χ1 = 0,108	χ1 n1 = 0,024	7,4
Откосы	l3 = 0,6 м/м ²	Ψ3 = 0,04	Ψ3 l3 = 0,024	7,4
Выпуклый угол	l4 = 0,1 м/м ²	Ψ4 = 0,009	Ψ4 l4 = 0,001	0,3
Вогнутый угол	l5 = 0,036 м/м ²	Ψ5 = -0,071	Ψ5 l5 = -0,003	-0,9
Стык с парапетом	n2 = 0,06 м/м ²	χ2 = 0,108	χ2 n2 = 0,006	1,9
Стык с цоколем	l7 = 0,1 м/м ²	Ψ7 = 0,124	Ψ7 l7 = 0,012	3,7
Итого			1/Rпр = 0,324	100

Новое приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции рассчитывают по формуле (Е.1)

Коэффициент теплотехнической однородности:

СП 50.13330:

$$R_o^{пр} = \frac{1}{0,324} = 3,09 \text{ м}^2 \cdot \text{С/В}$$

Цель была 2,99

$$r = \frac{R_o^{пр}}{R_o^{усл}} = 0,58$$

Семинар «Стальное строительство» 1 октября 2019

Тема выступления : «Теплотехнический расчёт наружных каркасно-обшивных стен на основе ЛСТК с учётом тепловых потерь, рассчитанных на основании новых таблиц в СП 230.1325800»



АССОЦИАЦИЯ РАЗВИТИЯ
СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
+7 (495) 744-02-63

info@steel-development.ru
www.steel-development.ru

Камынин Сергей Владимирович
Эксперт АРСС, Почётный строитель РФ
Эл.почта: kamyninsv@mail.ru

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ