

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия» (СибАДИ)

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «СТРОЙТЕСТ-СИБАДИ»

МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА  
НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ С НАВЕСНЫМИ  
ФАСАДНЫМИ СИСТЕМАМИ  
«МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ»

**ТР-К.45/2-2009**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АВТОМОБИЛЬНО – ДОРОЖНАЯ АКАДЕМИЯ

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «СТРОЙТЕСТ – СИБАДИ»  
644080, Омск – 80, пр. Мира 5, телефон (3812) 233-188, факс (3812) – 24-36-91

"УТВЕРЖДАЮ"  
Руководитель ИЦ «Стройтест-СибАДИ»

Аттестат аккредитации  
№ РОСС RU.9001.21СЛ97  
Зарегистрирован в Государственном  
реестре 9 марта 2004 г.

  
" 10 08 2009 г. Кривошеин А.Д.



МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА  
НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ С НАВЕСНЫМИ  
ФАСАДНЫМИ СИСТЕМАМИ  
«МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ»

ТР К.45/2-2009

Взам. инв. №	
Подл. и дата	
Инв.№ подл.	

Омск - 2009

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Методика теплотехнического расчета наружных стен зданий с навесными фасадными системами «Металл Профиль» разработана сотрудниками инженерно-строительного института ГОУ ВПО СибАДИ (ИЦ «Стройтест-СибАДИ») по заказу ООО «Промышленная компания Металл Профиль-Лобня».

Разработка методики обусловлена необходимостью детализации ряда положений СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2003 «Проектирование тепловой защиты зданий» с учетом особенностей конструктивных решений навесных фасадных систем «ВФ МП» с различными видами облицовок производства группы компаний «Металл Профиль».

Предназначена для проектировщиков, инженерно-технических сотрудников строительных и проектных организаций.



МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ  
МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ  
группа компаний

## СОДЕРЖАНИЕ

Обозначение	Наименование	Примечание	
<b>Пояснительная записка</b>	1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	Стр.5	
	2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ	Стр.6	
	3. РАСЧЕТ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ	Стр.8	
	3.1. Выбор (задание) конструктивного решения стены	Стр.8	
	3.2. Определение требуемой толщины теплоизоляционного слоя	Стр.8	
	3.3. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены для фасада здания или среднего промежуточного этажа	Стр.12	
	4. ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КОНСТРУКЦИЙ	Стр.14	
<b>Приложения</b>	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	Стр.14	
	Приложение А. Значения требуемого $R_{reg}$ и допустимого $R_{min}$ сопротивления теплопередаче наружных стен зданий для некоторых климатических районов (по СНиП 23-02-2003)	Стр.16	
	Приложение Б. Температура точки росы для некоторых значений температур и относительной влажности воздуха	Стр.19	
	Приложение В. Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента наружной стены с навесной фасадной системой «ВФ МП» по программе расчета трехмерных температурных полей	Стр.20	
	Приложение Г. Результаты расчета коэффициента теплотехнической однородности наружных стен с навесной фасадной системой «ВФ МП»	Стр.23	
	Приложение Д. Примеры теплотехнического расчета наружных стен зданий с навесной фасадной системой «ВФ МП»	Стр.34	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв.№ подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал				Харламов Д.А.	
Проверил				Кривошеин А.Д.	

ТР-К.45/2-2009

МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ С НАВЕСНЫМИ ФАСАДНЫМИ СИСТЕМАМИ «МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ».

**Содержание**

Стадия	Лист	Листов
	1	2

Испытательный центр  
«СТРОЙТЕСТ-СИБАДИ»



## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1.** Методика теплотехнического расчета наружных стен зданий с навесными фасадными системами «ВФ МП» производства группы компаний «Металл Профиль», разработана в соответствии с основными положениями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [1], СП 23-101-2003 «Проектирование тепловой защиты зданий» [2].

**1.2.** Навесные фасадные системы с воздушным зазором «ВФ МП» представляют собой комплекты изделий (конструкций), предназначенные для устройства облицовки и утепления наружных стен зданий и сооружений.

Конструкция системы включает:

- несущие стальные кронштейны;
- несущие вертикальные и горизонтальные направляющие;
- элементы облицовки реечного, листового типа или плит керамогранита;
- слой теплоизоляции (для варианта с утеплением наружных стен);
- детали примыкания к проемам, углам, цоколю, крыше и прочим участкам здания.

Системой предусмотрено однослойное или двухслойное утепление стен минераловатными плитами толщиной до 240 мм. Крепление плит утеплителя производится тарельчатыми дюбелями с распорными элементами из углеродистой стали с антикоррозионным покрытием или стеклопластика.

В качестве облицовки предусмотрено применение следующих элементов:

- сайдинг ВФ МП СК;
- сайдинг вертикальный ВФ МП СВ;
- линейные панели ВФ МП ЛП;
- профилированный лист ВФ МП ПЛ;
- плиты из керамогранита ВФ МП КВ;
- панели кассетного типа ВФ МП 1005 и ВФ МП 2005.

Характеристика основных конструктивных элементов фасадных систем «ВФ МП», их соединений, варианты компоновки и типовые решения отдельных узлов представлены в альбомах технических решений [3, 4, 5].

**1.3.** В общем случае последовательность теплотехнического расчета наружных стен с навесной фасадной системой «ВФ МП» включает:

- определение требуемых (нормируемых) показателей тепловой защиты здания с учетом климатического района строительства и назначения здания;
- выбор (задание в первом приближении) конструктивного решения наружной стены (материала и толщины несущего слоя, материала теплоизоляционного слоя, элементов каркаса вентилируемого фасада, шаг крепления элементов каркаса, параметры облицовки и др.);
- определение требуемой толщины теплоизоляционного слоя  $\delta_{ут}$  (в первом приближении для фрагмента стены без оконных и дверных проемов);
- уточнение конструктивного решения стены (при необходимости);
- расчет приведенного сопротивления теплопередаче конструкции стены в целом - для фасада здания или среднего промежуточного этажа с учетом потерь тепла через откосы оконных и дверных проемов;
- определение расчетного температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стены;
- оценку температурного режима ограждающих конструкций в местах теплопроводных включений;

Взам. инв. №							ТР-К.45/2-2009			
	Подп. и дата									
Инв.№ подл.	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Методика теплотехнического расчета наружных стен зданий с навесными фасадными системами «Металл Профиль» Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
	Разработал	Харламов Д.А.							1	10
	Проверил	Кривошеин А.Д.					Испытательный центр «СТРОЙТЕСТ-СИБАДИ»			











Значения коэффициентов теплотехнической однородности  $r$  для некоторых конструктивных решений наружных стен с навесной фасадной системой «ВФ МП» при шаге несущих кронштейнов **600 мм**

Толщина несущего слоя $\delta_{нс}$ , мм	Толщина теплоизоляционного слоя $\delta_{ут}$ , мм	Коэффициент теплотехнической однородности $r$ при различных коэффициентах теплопроводности теплоизоляционного слоя $\lambda_{ут}$ , Вт/(м·°С)			
		0,040	0,045	0,050	0,060
<b>Несущий слой – кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе, <math>\rho_o = 1800 \text{ кг/м}^3</math></b>					
250	50	0,95	0,95	0,96	0,96
	100	0,91	0,91	0,92	0,93
	150	0,87	0,88	0,89	0,90
	200	0,83	0,84	0,85	0,87
380	50	0,96	0,96	0,97	0,97
	100	0,91	0,92	0,93	0,93
	150	0,86	0,88	0,88	0,90
	200	0,83	0,84	0,86	0,88
510	50	0,95	0,96	0,96	0,97
	100	0,92	0,92	0,93	0,94
	150	0,88	0,89	0,90	0,91
	200	0,84	0,86	0,86	0,88
<b>Несущий слой – монолитный бетон или кладка из керамзитобетонных блоков <math>\rho_o \approx 600 \text{ кг/м}^3</math></b>					
400	50	0,94	0,94	0,94	0,94
	100	0,92	0,92	0,93	0,93
	150	0,88	0,89	0,90	0,91
	200	0,86	0,87	0,88	0,89
600	50	0,98	0,98	0,98	0,99
	100	0,95	0,96	0,96	0,97
	150	0,92	0,93	0,94	0,95
	200	0,89	0,91	0,91	0,93
<b>Несущий слой - монолитный бетон или кладка из керамзитобетонных блоков <math>\rho_o \approx 1400 \text{ кг/м}^3</math></b>					
400	50	0,95	0,96	0,96	0,97
	100	0,92	0,92	0,93	0,94
	150	0,87	0,88	0,89	0,90
	200	0,84	0,85	0,86	0,88
600	50	0,96	0,97	0,98	0,98
	100	0,93	0,93	0,94	0,94
	150	0,89	0,90	0,91	0,92
	200	0,85	0,86	0,88	0,89

**Примечания.**

1. Коэффициенты теплотехнической однородности  $r$  рассчитаны для фрагментов стен без оконных и дверных проемов.
2. В случае применения конструктивных решений наружных стен, отличающихся от представленных в таблице, следует проводить дополнительные расчеты с определением коэффициента теплотехнической однородности согласно приложению В.

						Лист
						6
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	





Таблица 3.4

Значения коэффициента  $k$ , учитывающего потери тепла через откосы оконных и дверных проемов

Отношение площади оконных проемов к общей площади стены	Значения коэффициентов $k$ при различных толщинах фасадной теплоизоляции $\delta_{ум}$			
	$\delta_{ум} = 50$ мм	$\delta_{ум} = 100$ мм	$\delta_{ум} = 150$ мм	$\delta_{ум} = 200$ мм
0,16	0,98	0,96	0,94	0,90
0,33	0,94	0,92	0,90	0,86
0,47	0,94	0,91	0,89	0,84
0,66	0,90	0,87	0,83	0,78

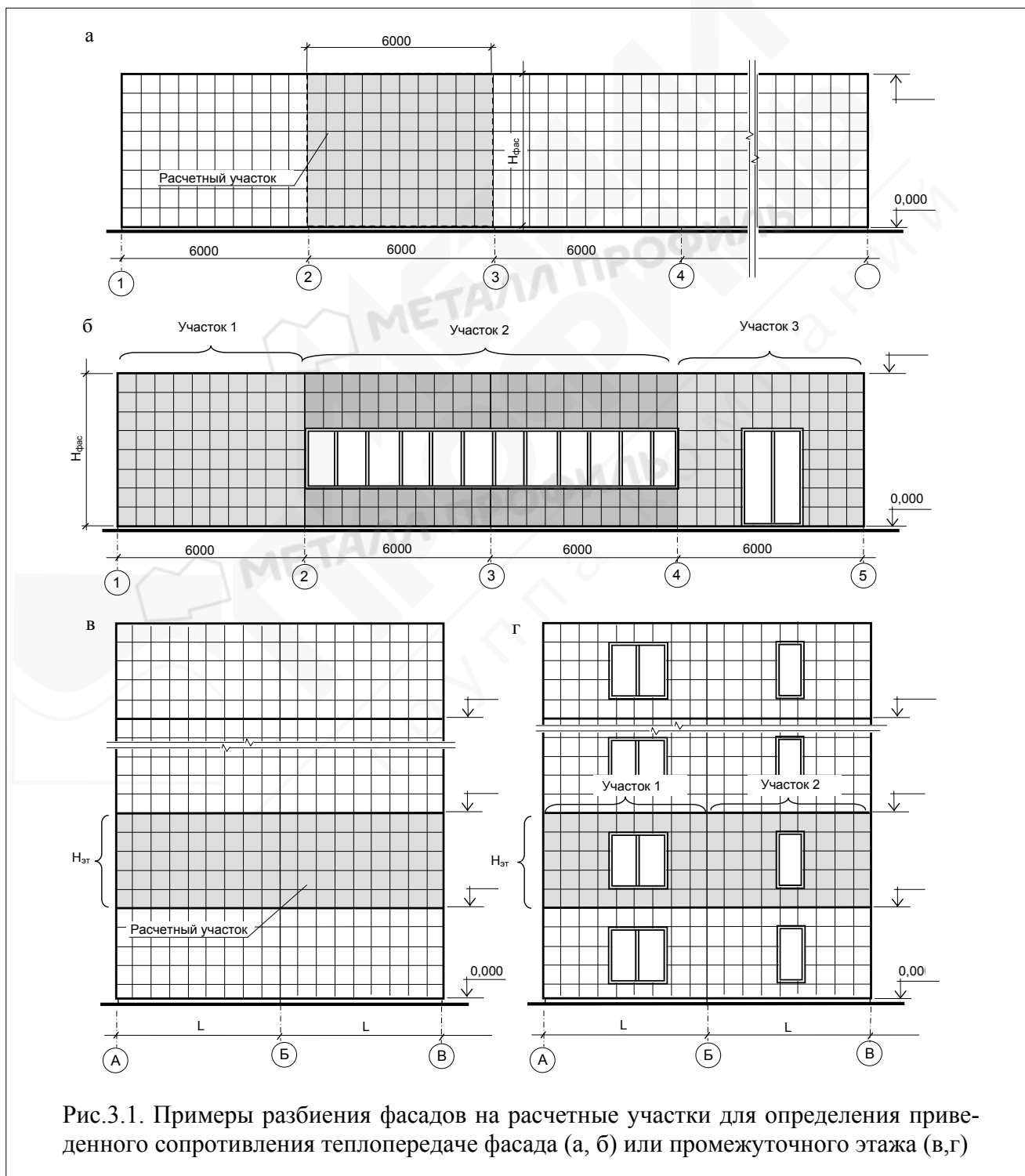


Рис.3.1. Примеры разбиения фасадов на расчетные участки для определения приведенного сопротивления теплопередаче фасада (а, б) или промежуточного этажа (в,г)

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ТР-К.45/2-2009

Лист

9



МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ®  
МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ  
группа компаний

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв.№ подл.	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ТР-К.45/2-2009		
	Разработал	Харламов Д.А.					Стадия	Лист	Листов
	Проверил	Кривошеин А.Д.					1	24	
	МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ С НАВЕСНЫМИ ФАСАДНЫМИ СИСТЕМАМИ «МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ».							Испытательный центр «СТРОЙТЕСТ-СИБАДИ»	
Приложения									



## Приложение А

(справочное)

ЗНАЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОГО  $R_{reg}$  И ДОПУСТИМОГО  $R_{min}$  СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ  
НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ  
(по СНиП 23-02-2003)

Таблица А1

Район строительства	Назначение здания	Условия эксплуатации	$D_{\Delta}$ , °С·сут	$R_{reg}/R_{min}$ , м <sup>2</sup> °С/Вт
1	2	3	4	5
<b>Архангельск</b> $t_{ext} = -31$ °С; $t_{ht} = -4,4$ °С; $z_{ht} = 253$ сут.	- жилые	Б	6426	<b>3,65/2,30</b>
	- общественные	Б	6173	<b>3,05/1,92</b>
	- производственные	Б	5161	<b>2,03/1,62</b>
<b>Астрахань</b> $t_{ext} = -23$ °С; $t_{ht} = -1,2$ °С; $z_{ht} = 167$ сут.	- жилые	А	3540	<b>2,64/1,66</b>
	- общественные	А	3540	<b>2,26/1,42</b>
	- производственные	А	2872	<b>1,57/1,26</b>
<b>Барнаул</b> $t_{ext} = -39$ °С; $t_{ht} = -7,7$ °С; $z_{ht} = 221$ сут.;	- жилые	А	6342	<b>3,62/2,28</b>
	- общественные	А	6122	<b>3,04/1,92</b>
	- производственные	А	5238	<b>2,05/1,64</b>
<b>Белгород</b> $t_{ext} = -23$ °С; $t_{ht} = -1,9$ °С; $z_{ht} = 191$ сут.; $t_{int} = 20$ °С	- жилые	А	4183	<b>2,86/1,80</b>
	- общественные	А	4183	<b>2,45/1,54</b>
	- производственные	А	3419	<b>1,68/1,34</b>
<b>Брянск</b> $t_{ext} = -26$ °С; $t_{ht} = -2,3$ °С; $z_{ht} = 205$ сут.	- жилые	Б	4572	<b>3,00/1,89</b>
	- общественные	Б	4572	<b>2,57/1,62</b>
	- производственные	Б	3752	<b>1,75/1,40</b>
<b>Владивосток</b> $t_{ext} = -24$ °С; $t_{ht} = -3,9$ °С; $z_{ht} = 196$ сут.	- жилые	Б	5091	<b>3,18/2,00</b>
	- общественные	Б	5091	<b>2,73/1,72</b>
	- производственные	Б	3900	<b>1,78/1,42</b>
<b>Владимир</b> $t_{ext} = -28$ °С; $t_{ht} = -3,5$ °С; $z_{ht} = 213$ сут.; $t_{int} = 20$ °С	- жилые	Б	5006	<b>3,15/1,98</b>
	- общественные	Б	5006	<b>2,70/1,70</b>
	- производственные	Б	4153	<b>1,83/1,46</b>
<b>Волгоград</b> $t_{ext} = -25$ °С; $t_{ht} = -2,2$ °С; $z_{ht} = 178$ сут.; $t_{int} = 20$ °С	- жилые	А	3952	<b>2,78/1,75</b>
	- общественные	А	3952	<b>2,39/1,51</b>
	- производственные	А	3240	<b>1,65/1,32</b>
<b>Вологда</b> $t_{ext} = -32$ °С; $t_{ht} = -4,1$ °С; $z_{ht} = 231$ сут.; $t_{int} = 21$ °С	- жилые	Б	5798	<b>3,43/2,16</b>
	- общественные	Б	5567	<b>2,87/1,81</b>
	- производственные	Б	4643	<b>1,93/1,54</b>
<b>Воронеж</b> $t_{ext} = -26$ °С; $t_{ht} = -3,1$ °С; $z_{ht} = 196$ сут.; $t_{int} = 20$ °С	- жилые	А	4528	<b>2,98/1,88</b>
	- общественные	А	4528	<b>2,56/1,61</b>
	- производственные	А	3744	<b>1,75/1,40</b>
<b>Екатеринбург</b> $t_{ext} = -35$ °С; $t_{ht} = -6,0$ °С; $z_{ht} = 230$ сут.; $t_{int} = 21$ °С	- жилые	А	6210	<b>3,57/2,25</b>
	- общественные	А	5980	<b>2,99/1,88</b>
	- производственные	А	5060	<b>2,01/1,61</b>
<b>Иркутск</b> $t_{ext} = -36$ °С; $t_{ht} = -8,5$ °С; $z_{ht} = 240$ сут.; $t_{int} = 21$ °С	- жилые	А	7080	<b>3,88/2,44</b>
	- общественные	А	6840	<b>3,25/2,05</b>
	- производственные	А	5880	<b>2,18/1,74</b>
<b>Калининград</b> $t_{ext} = -19$ °С; $t_{ht} = +1,1$ °С; $z_{ht} = 193$ сут.	- жилые	Б	3648	<b>2,68/1,69</b>
	- общественные	Б	3648	<b>2,29/1,44</b>
	- производственные	Б	2876	<b>1,58/1,26</b>

### Примечания.

1. Градусо-сутки отопительного периода рассчитаны для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С; при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых согласно СНиП 23-02-2003 величину градусо-суток следует пересчитать.

2. При проведении расчетов температура и относительная влажность внутреннего воздуха принимались равными: в жилых и общественных зданиях (согласно перечня поз.1 табл.4 [1]) –  $t_{int} = +20$  °С,  $\varphi_{int} = 55\%$ , для районов с расчетной температурной наружного воздуха минус 31 и ниже –  $t_{int} = +21$  °С; в общественных зданиях (согласно перечня поз.2 табл.4 [1]) –  $t_{int} = +20$  °С,  $\varphi_{int} = 50\%$ ; в производственных зданиях –  $t_{int} = +16$  °С,  $\varphi_{int} = 50\%$ .

						Лист
						2
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

1	2	3	4	5
<b>Казань</b> $t_{ext} = -32^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -5,2^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 215$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	5633 5418 4558	<b>3,37/2,12</b> <b>2,83/1,78</b> <b>1,91/1,53</b>
<b>Калуга</b> $t_{ext} = -27^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -2,9^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 210$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	4809 4809 3969	<b>3,08/1,94</b> <b>2,64/1,66</b> <b>1,79/1,41</b>
<b>Кемерово</b> $t_{ext} = -39^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -8,3^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 231$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	6768 6537 5613	<b>3,77/2,38</b> <b>3,16/1,99</b> <b>2,12/1,70</b>
<b>Кострома</b> $t_{ext} = -31^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -3,9^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 222$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	5528 5306 4418	<b>3,33/2,10</b> <b>2,79/1,76</b> <b>1,88/1,50</b>
<b>Красноярск</b> $t_{ext} = -40^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -7,1^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 234$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	6575 6341 5405	<b>3,70/2,33</b> <b>3,10/1,95</b> <b>2,08/1,66</b>
<b>Курган</b> $t_{ext} = -37^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -7,7^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 216$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	6199 5983 5119	<b>3,57/2,25</b> <b>2,99/1,88</b> <b>2,02/1,62</b>
<b>Курск</b> $t_{ext} = -26^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -2,4^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 198$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	4435 4435 3643	<b>2,95/1,86</b> <b>2,53/1,59</b> <b>1,73/1,38</b>
<b>Липецк</b> $t_{ext} = -27^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -3,4^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 202$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	4727 4727 3919	<b>3,05/1,92</b> <b>2,62/1,65</b> <b>1,78/1,42</b>
<b>Магадан</b> $t_{ext} = -29^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -7,1^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 288$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	7805 7805 6653	<b>4,13/2,60</b> <b>3,54/2,23</b> <b>2,33/1,86</b>
<b>Москва</b> $t_{ext} = -28^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -3,1^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 214$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	4943 4943 4087	<b>3,13/1,97</b> <b>2,68/1,69</b> <b>1,82/1,46</b>
<b>Нижний Новгород</b> $t_{ext} = -31^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -4,1^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 215$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	5397 5182 4322	<b>3,29/2,07</b> <b>2,75/1,73</b> <b>1,86/1,49</b>
<b>Новосибирск</b> $t_{ext} = -39^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -8,7^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 230$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	6831 6601 5681	<b>3,79/2,39</b> <b>3,18/2,00</b> <b>2,14/1,71</b>
<b>Омск</b> $t_{ext} = -37^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -8,4^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 221$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	6497 6276 5392	<b>3,67/2,31</b> <b>3,08/1,94</b> <b>2,08/1,66</b>
<b>Пенза</b> $t_{ext} = -29^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -4,5^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 207$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	5072 5072 4244	<b>3,18/2,00</b> <b>2,72/1,71</b> <b>1,85/1,48</b>
<b>Пермь</b> $t_{ext} = -35^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -5,9^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 229$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	6160 5931 5015	<b>3,56/2,24</b> <b>2,98/1,88</b> <b>2,00/1,60</b>
<b>Псков</b> $t_{ext} = -26^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -1,6^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 212$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	4579 4579 3731	<b>3,00/1,89</b> <b>2,57/1,62</b> <b>1,75/1,40</b>
<b>Рязань</b> $t_{ext} = -27^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -3,5^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 208$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	4888 4888 4056	<b>3,11/1,96</b> <b>2,67/1,68</b> <b>1,81/1,45</b>
<b>Салехард</b> $t_{ext} = -42^{\circ}\text{C}$ ; $t_{ht} = -11,4^{\circ}\text{C}$ ; $z_{ht} = 292$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	9461 9169 8001	<b>4,71/2,97</b> <b>3,95/2,49</b> <b>2,60/2,08</b>

1	2	3	4	5
<b>Самара</b> $t_{ext} = -30^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -5,2^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 203$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	5116 5116 4304	<b>3,19/2,01</b> <b>2,73/1,72</b> <b>1,86/1,49</b>
<b>С.Петербург</b> $t_{ext} = -26^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -1,8^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 220$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	4796 4796 3916	<b>3,08/1,94</b> <b>2,64/1,66</b> <b>1,78/1,42</b>
<b>Саратов</b> $t_{ext} = -27^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -4,3^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 196$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	4763 4763 3979	<b>3,07/1,93</b> <b>2,63/1,66</b> <b>1,80/1,44</b>
<b>Смоленск</b> $t_{ext} = -26^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -2,4^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 215$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	4816 4816 3956	<b>3,09/1,95</b> <b>2,65/1,67</b> <b>1,79/1,43</b>
<b>Сургут</b> $t_{ext} = -43^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -9,9^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 257$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	7941 7684 6656	<b>4,18/2,63</b> <b>3,51/2,21</b> <b>2,33/1,86</b>
<b>Тамбов</b> $t_{ext} = -28^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -3,7^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 201$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	4764 4764 3960	<b>3,07/1,93</b> <b>2,63/1,66</b> <b>1,79/1,43</b>
<b>Тверь</b> $t_{ext} = -29^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -3,0^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 218$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	5014 5014 4142	<b>3,15/1,98</b> <b>2,70/1,70</b> <b>1,83/1,46</b>
<b>Томск</b> $t_{ext} = -40^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -8,4^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 236$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	6938 6702 5758	<b>3,83/2,41</b> <b>3,21/2,02</b> <b>2,15/1,72</b>
<b>Тула</b> $t_{ext} = -27^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -3,0^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 207$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	4761 4761 3933	<b>3,07/1,93</b> <b>2,63/1,66</b> <b>1,79/1,43</b>
<b>Тюмень</b> $t_{ext} = -38^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -7,2^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 225$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	6683 6120 5220	<b>3,74/2,36</b> <b>3,04/1,92</b> <b>2,04/1,63</b>
<b>Улан-Удэ</b> $t_{ext} = -37^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -10,4^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 237$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	7442 7205 6257	<b>4,00/2,52</b> <b>3,36/2,12</b> <b>2,25/1,80</b>
<b>Ульяновск</b> $t_{ext} = -31^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -5,4^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 212$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	5597 5385 4537	<b>3,36/2,12</b> <b>2,82/1,78</b> <b>1,91/1,53</b>
<b>Хабаровск</b> $t_{ext} = -31^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -9,3^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 211$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	6393 6182 5338	<b>3,64/2,29</b> <b>3,05/1,92</b> <b>2,07/1,66</b>
<b>Ханты-Мансийск</b> $t_{ext} = -41^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -8,8^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 250$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	7450 7200 6200	<b>4,01/2,53</b> <b>3,36/2,12</b> <b>2,24/1,79</b>
<b>Челябинск</b> $t_{ext} = -34^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -6,5^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 218$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	5995 5777 4905	<b>3,50/2,21</b> <b>2,93/1,85</b> <b>1,98/1,58</b>
<b>Чита</b> $t_{ext} = -38^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -11,4^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 242$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	7841 7599 6631	<b>4,14/2,61</b> <b>3,48/2,19</b> <b>2,33/1,86</b>
<b>Якутск</b> $t_{ext} = -54^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -20,6^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 256$ сут.	- жилые - общественные - производственные	А А А	10650 10394 9370	<b>5,13/3,23</b> <b>4,32/2,72</b> <b>2,87/2,30</b>
<b>Ярославль</b> $t_{ext} = -31^{\circ}\text{C}; t_{ht} = -4,0^{\circ}\text{C};$ $z_{ht} = 221$ сут.	- жилые - общественные - производственные	Б Б Б	5525 5304 4420	<b>3,33/2,10</b> <b>2,79/1,76</b> <b>1,88/1,50</b>

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Лист
						4

**Приложение Б**  
(справочное)

**ТЕМПЕРАТУРА ТОЧКИ РОСЫ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУР  
И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА**

$t_{int}$ , °C	Относительная влажность воздуха $\phi_{int}$ , %										
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90
-5	-18,4	-16,8	-15,30	-14,04	-12,90	-11,84	-10,83	-9,96	-9,11	-7,62	-6,24
-4	-17,5	-15,8	-14,40	-13,10	-11,93	-10,84	-9,89	-8,99	-8,11	-6,62	-5,24
-3	-16,6	-14,9	-13,42	-12,16	-10,98	-9,91	-8,95	-7,99	-7,16	-5,62	-4,24
-2	-15,7	-14,0	-12,58	-11,22	-10,04	-8,98	-7,95	-7,04	-6,21	-4,62	-3,34
-1	-14,7	-13,0	-11,61	-10,28	-9,10	-7,98	-7,00	-6,09	-5,21	-3,66	-2,34
0	-13,9	-12,2	-10,65	-9,34	-8,16	-7,05	-6,06	-5,14	-4,26	-2,58	-1,34
1	-13,1	-11,3	-9,85	-8,52	-7,32	-6,22	-5,21	-4,26	-3,40	-1,82	-0,41
2	-12,2	-10,6	-9,07	-7,72	-6,52	-5,39	-4,38	-3,44	-2,56	-0,97	-0,52
3	-11,6	-9,7	-8,22	-6,88	-5,66	-4,53	-3,52	-2,57	-1,69	-0,08	1,52
4	-10,6	-9,0	-7,45	-6,07	-4,84	-3,74	-2,70	-1,75	-0,87	0,87	2,50
5	-9,9	-8,2	-6,66	-5,26	-4,03	-2,91	-1,87	-0,92	-0,01	1,83	3,49
6	-9,1	-7,4	-5,81	-4,45	-3,22	-2,08	-1,04	-0,08	0,94	2,80	4,48
7	-8,2	-6,6	-5,01	-3,64	-2,39	-1,25	-0,21	0,87	1,90	3,77	5,47
8	-7,6	-5,8	-4,21	-2,83	-1,56	-0,42	-0,72	1,82	2,86	4,77	6,46
9	-6,8	-5,0	-3,41	-2,02	-0,78	0,46	1,66	2,77	3,82	5,74	7,45
10	-6,0	-4,2	-2,62	-1,22	0,08	1,39	2,60	3,72	4,78	6,71	8,44
11	-5,2	-3,4	-1,83	-0,42	0,98	1,32	3,54	4,68	5,74	7,68	9,43
12	-4,5	-2,6	-1,04	0,44	1,90	3,25	4,48	5,63	6,70	8,65	10,42
13	-3,7	-1,9	-0,25	1,35	2,82	4,18	5,42	6,58	7,66	9,62	11,41
14	-2,9	-1,0	0,63	2,26	3,76	5,11	6,36	7,53	8,62	10,59	12,40
15	-2,2	-0,3	1,51	3,17	4,68	6,04	7,30	8,48	9,58	11,59	13,38
16	-1,4	0,5	2,41	4,08	5,60	6,97	8,24	9,43	10,54	12,56	14,36
17	-0,6	1,4	3,31	4,99	6,52	7,90	9,18	10,37	11,50	13,53	15,36
18	0,2	2,3	4,20	5,90	7,44	8,83	10,12	11,32	12,46	14,50	16,34
19	1,0	3,2	5,09	6,81	8,36	9,76	11,06	12,27	13,42	15,47	17,32
20	1,9	4,1	6,00	7,72	9,28	10,69	12,00	13,22	14,38	16,44	18,32
21	2,8	5,0	6,90	8,62	10,20	11,62	12,94	14,17	15,33	17,41	19,30
22	3,6	5,9	7,69	9,52	11,12	12,55	13,88	15,12	16,28	18,38	20,30
23	4,5	6,7	8,68	10,43	12,03	13,48	14,82	16,07	17,23	19,38	21,28
24	5,4	7,6	9,57	11,34	12,94	14,41	15,76	17,02	18,19	20,35	22,26
25	6,2	8,5	10,46	12,75	13,86	15,34	16,70	17,97	19,15	21,32	23,24
26	7,1	9,4	11,35	13,15	14,78	16,27	17,64	18,95	20,11	22,29	24,22
27	8,0	10,2	12,24	14,05	15,70	17,19	18,57	19,87	21,06	23,26	25,22
28	8,8	11,1	13,13	14,95	16,61	18,11	19,50	20,81	22,01	24,23	26,20
29	9,7	12,0	14,02	15,86	17,52	19,04	20,44	21,75	22,96	25,20	27,20
30	10,5	12,9	14,92	16,77	18,44	19,97	21,38	22,69	23,92	26,17	28,18

\* Выдержка из справочного пособия «Расчет и проектирование ограждающих конструкций зданий/ НИИСФ. – М.: Стройиздат, 1990. – 233 с. [9]

						ТР-К.45/2-2009	Лист 5
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

## Приложение В (справочное)

### ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ФРАГМЕНТА НАРУЖНОЙ СТЕНЫ С НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМОЙ «ВФ МП» ПО ПРОГРАММЕ РАСЧЕТА ТРЕХМЕРНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ

#### В1. Исходные данные:

- район строительства - г.Новосибирск;
- назначение здания – жилое;
- конструктивное решение стены представлено на рис. рис.В1;
- расчетная температура внутреннего воздуха -  $t_{int} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$  [1,7];
- расчетная температура наружного воздуха -  $t_{ext} = -39 \text{ }^\circ\text{C}$  [8];
- зона влажности – сухая [1];
- влажностный режим помещений здания – нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций – «А»;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены -  $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$  [1, табл.7];
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности  $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$  [2].
- расчетный коэффициент теплопроводности слоя теплоизоляции (минераловатные плиты) -  $\lambda_A = 0,035 \text{ Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$  [по результатам испытаний];
- расчетный коэффициент теплопроводности несущей стены (кладки из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе  $\rho_0 = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$  -  $\lambda_A = 0,70 \text{ Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$  [2];
- расчетный коэффициент теплопроводности штукатурки из цементно-песчаного раствора  $\rho_0 = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$  -  $\lambda_A = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$  [2];
- расчетный коэффициент теплопроводности металла -  $\lambda = 58 \text{ Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$  [2].

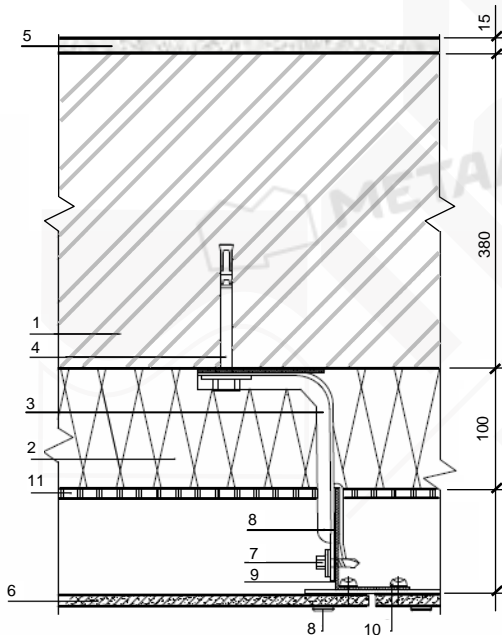


Рис.В1. Схема наружной стены с навесной фасадной системой «ВФ МП КВ»:

1 – несущая стена (кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе); 2 – теплоизоляция (минераловатные плиты); 3 – кронштейн ККУ-L-80 с шайбой и паронитовой прокладкой; 4 – крепежный элемент; 5 – штукатурка из цементно-песчаного раствора; 6 – плиты из керамогранита; 7 – закрепка или саморез с прокладкой из ЭПДМ-резины; 8 – кляммер рядовой; 9 – вертикальные направляющие КПП-60x44x3000; 10 – закрепка стальная; 11 – гидроветрозащитная пленка

#### В2. Краткая характеристика методики расчета

Расчет выполнен для участка стены без проемов с применением программы расчета трехмерных температурных полей ограждающих конструкций зданий «ТЕМРЕР-3D» (сертификат ФГУП ЦПС Госстроя РФ от 20.07.2007 г. № RU.СП15.Н00107).

Размеры расчетного фрагмента конструкции при определении приведенного сопротивления теплопередаче приняты по осям симметрии (см. рис.В2).

Схема расчетного фрагмента приведена на рис.В3.

						Лист
						6
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

Минимальный шаг разбиения отдельных элементов – 0,2 мм.

Величина приведенного сопротивления теплопередаче определена в соответствии с [2] на основании расчета суммарного теплового потока  $Q$ , входящего в расчетную область.

Распечатка результатов расчета приведенного сопротивления теплопередаче рассчитанного фрагмента стены приведен в таблице В1, распределение температур по поперечному сечению представлено на рис.В4.

Приведенное сопротивление теплопередаче рассчитанного фрагмента стены составляет -  $R_o = 2,73 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ , коэффициент теплотехнической однородности  $r = 0,91$ .

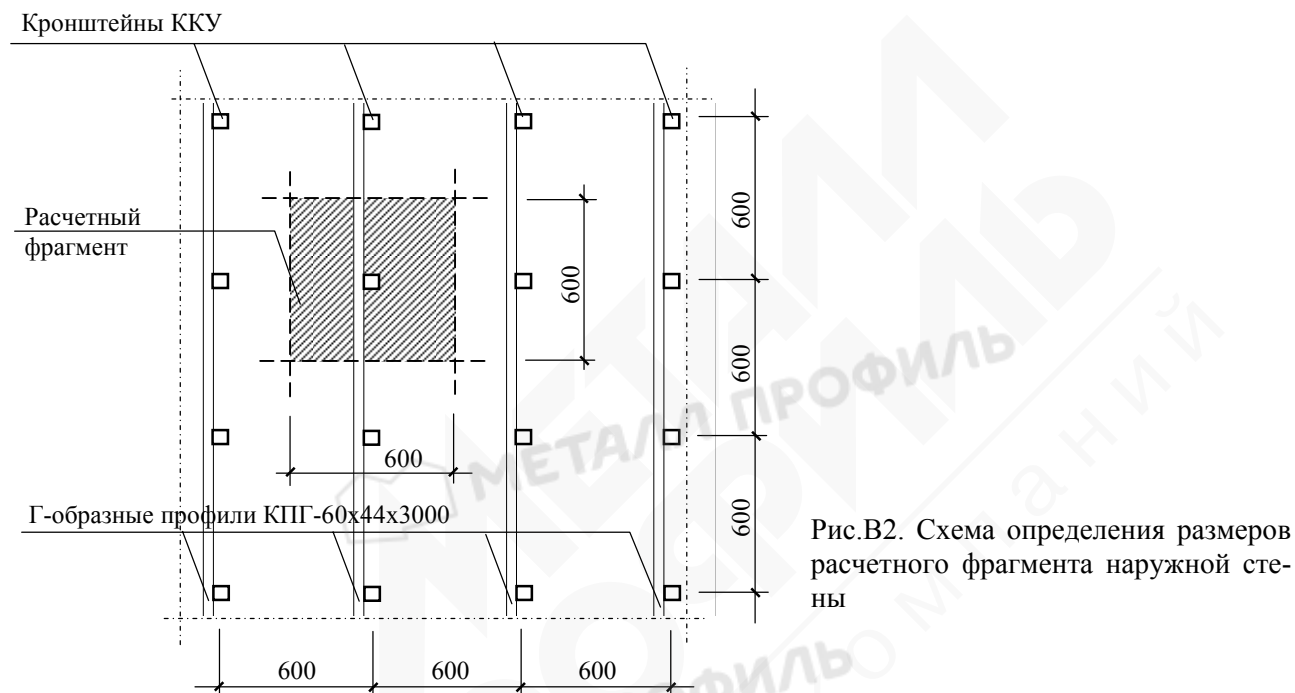


Рис.В2. Схема определения размеров расчетного фрагмента наружной стены

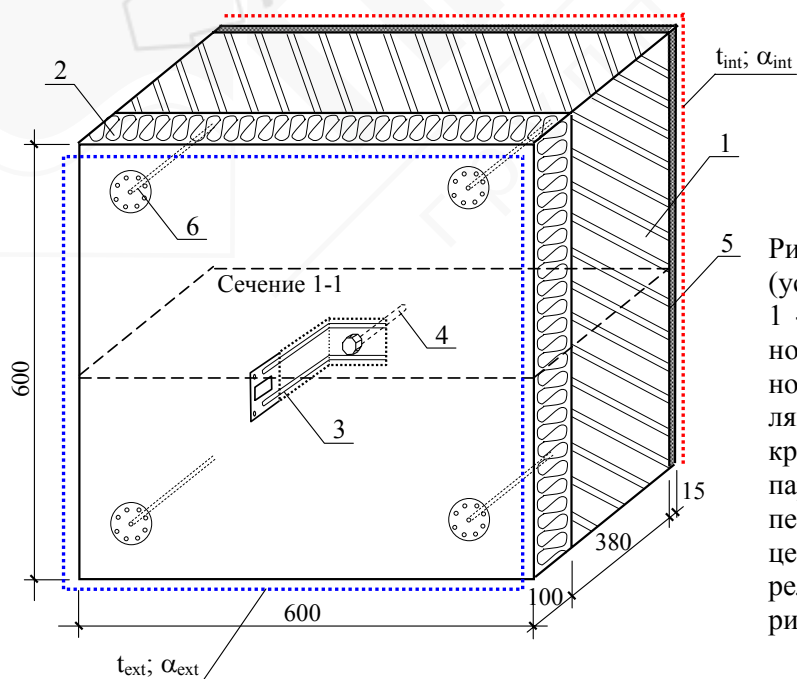


Рис.В3. Схема расчетного фрагмента (условно показана без облицовки):

1 - кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе; 2 - теплоизоляция (минераловатные плиты); 3 - кронштейн ККУ-L-80 с шайбой и паронитовой прокладкой; 4 - крепежный элемент; 5 - штукатурка из цементно-песчаного раствора; 6 - тарельчатый дюбель (сечение 1-1 – см. рис.В1)

Примечание: сечение 1-1 см. рис.В1.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ТР-К.45/2-2009

Лист

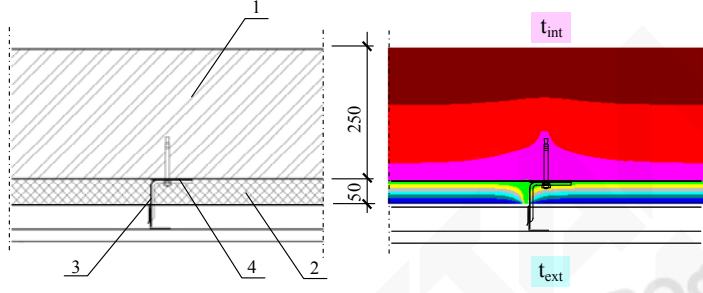
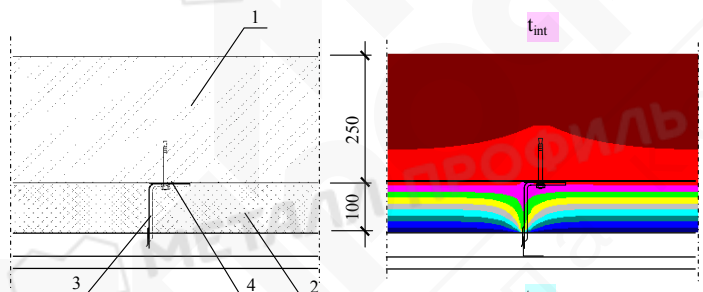
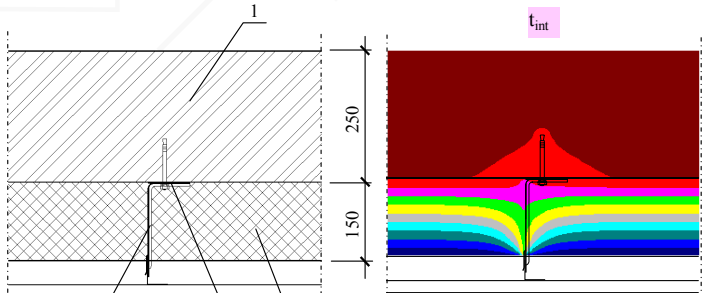
7



**Приложение Г**  
(справочное)

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ  
НАРУЖНЫХ СТЕН С НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМОЙ «ВФ МП»  
ПРИ ШАГЕ НЕСУЩИХ КРОНШТЕЙНОВ 600 ММ**

Таблица Г1

Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·°С)	Коэффициент теплотехнической однородности $r$
<b>1. Несущий слой - кладка толщиной 250 мм из кирпича</b>			
50	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,95</b>
		0,045	<b>0,95</b>
		0,050	<b>0,96</b>
		0,060	<b>0,96</b>
100	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,91</b>
		0,045	<b>0,91</b>
		0,050	<b>0,92</b>
		0,060	<b>0,93</b>
100	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,87</b>
		0,045	<b>0,88</b>
		0,050	<b>0,89</b>
		0,060	<b>0,90</b>

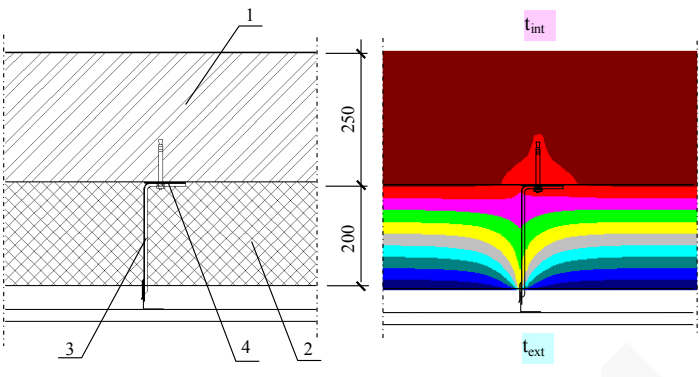
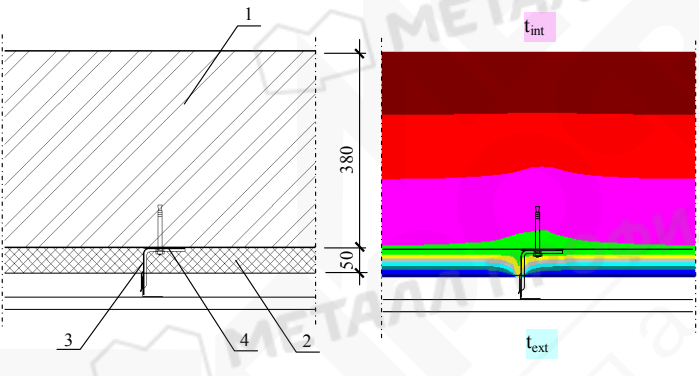
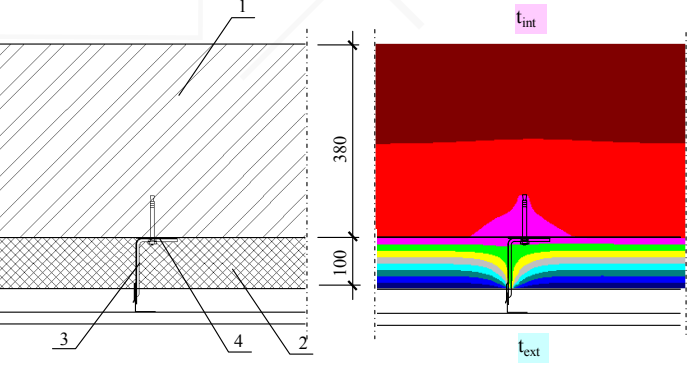
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

ТР-К.45/2-2009

Лист

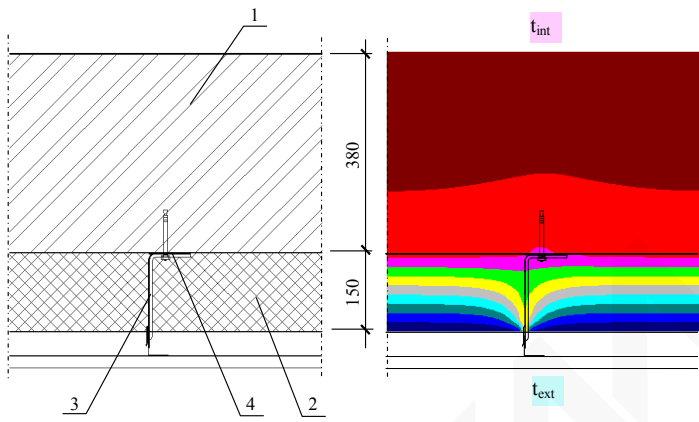
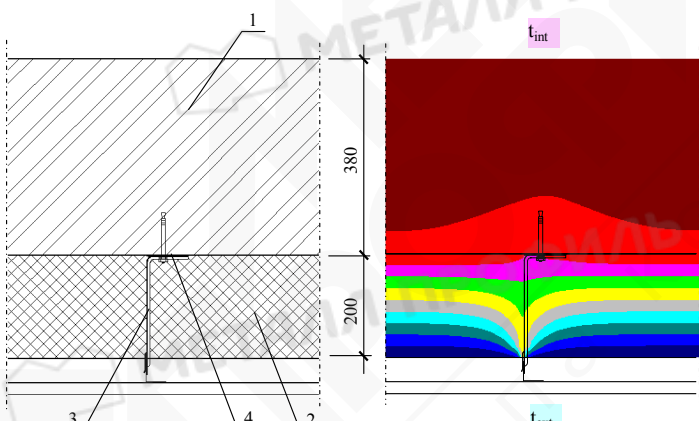
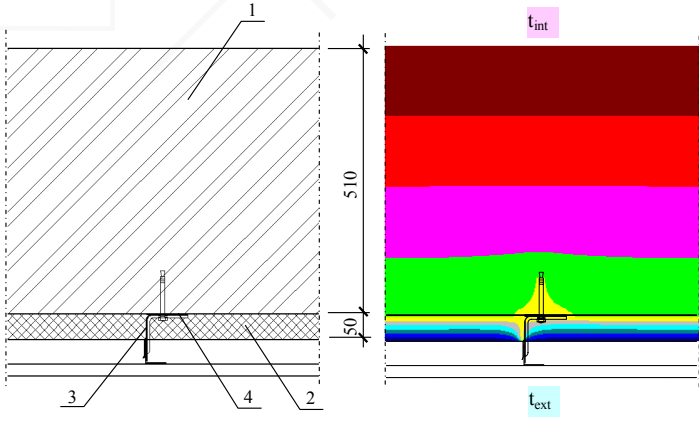
9



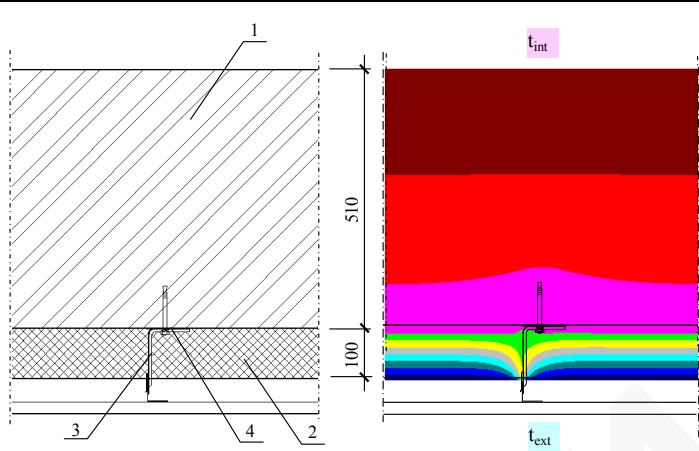
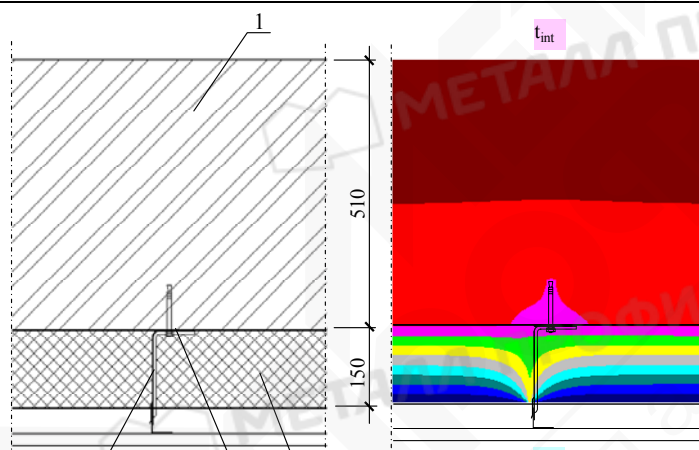
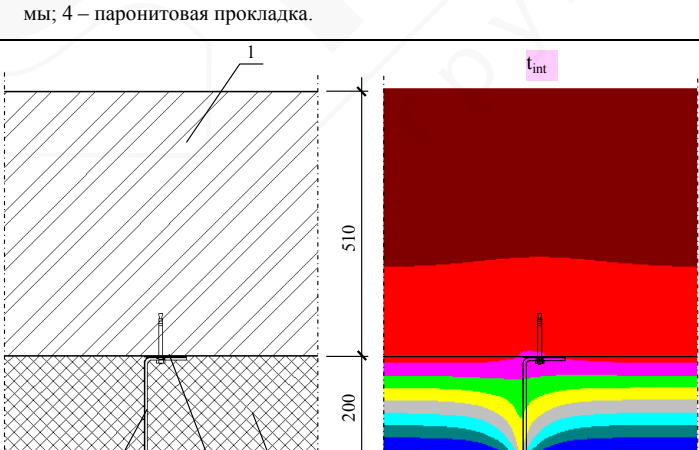
Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·°С)	Коэффициент теплотехнической однородности $r$
200	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,83</b>
		0,045	<b>0,84</b>
		0,050	<b>0,85</b>
		0,060	<b>0,87</b>
<b>2. Несущий слой - кладка толщиной 380 мм из кирпича</b>			
50	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,96</b>
		0,045	<b>0,96</b>
		0,050	<b>0,97</b>
		0,060	<b>0,97</b>
100	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,91</b>
		0,045	<b>0,92</b>
		0,050	<b>0,93</b>
		0,060	<b>0,93</b>

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

Продолжение таблицы Г1

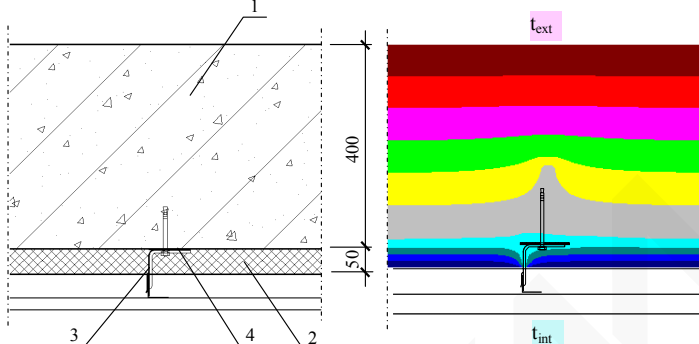
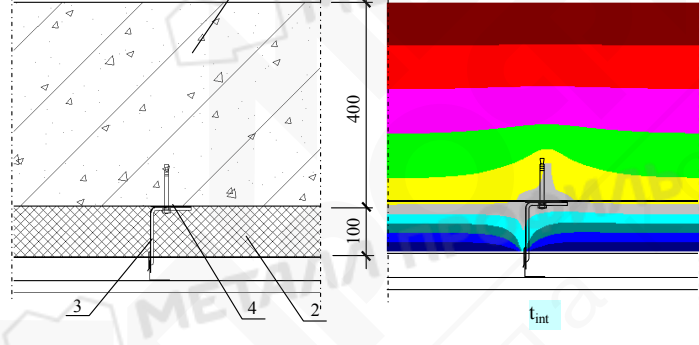
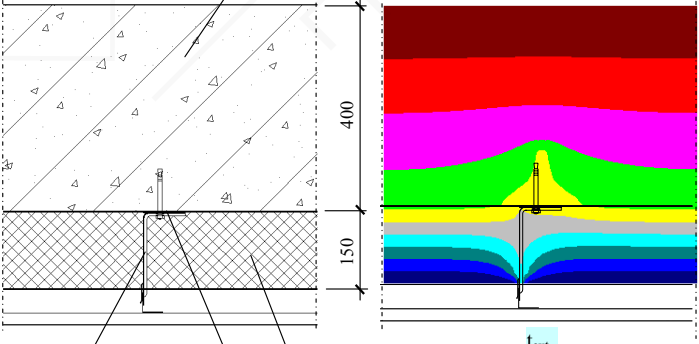
Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя $\lambda$ , Вт/(м·°С)	Коэффициент теплотехнической однородности $r$
150	 <p data-bbox="352 801 1054 880"><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,86
		0,045	0,88
		0,050	0,88
		0,060	0,90
200	 <p data-bbox="352 1350 1054 1429"><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,83
		0,045	0,84
		0,050	0,86
		0,060	0,88
<b>3. Несущий слой - кладка толщиной 510 мм из кирпича</b>			
50	 <p data-bbox="352 1955 1054 2033"><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,95
		0,045	0,96
		0,050	0,96
		0,060	0,97

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·°С)	Коэффициент теплотехнической однородности $r$
100	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,92</b>
		0,045	<b>0,92</b>
		0,050	<b>0,93</b>
		0,060	<b>0,94</b>
150	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,88</b>
		0,045	<b>0,89</b>
		0,050	<b>0,90</b>
		0,060	<b>0,91</b>
200	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,84</b>
		0,045	<b>0,86</b>
		0,050	<b>0,86</b>
		0,060	<b>0,88</b>

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

Таблица Г2

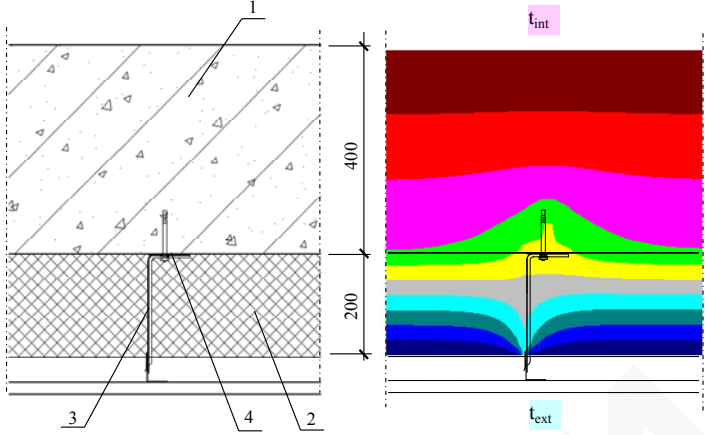
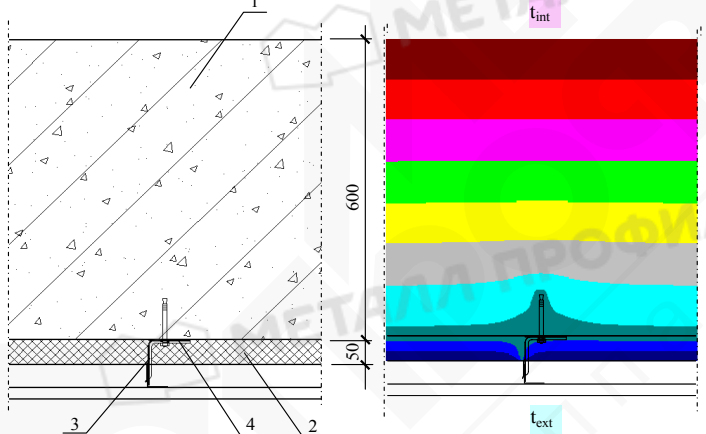
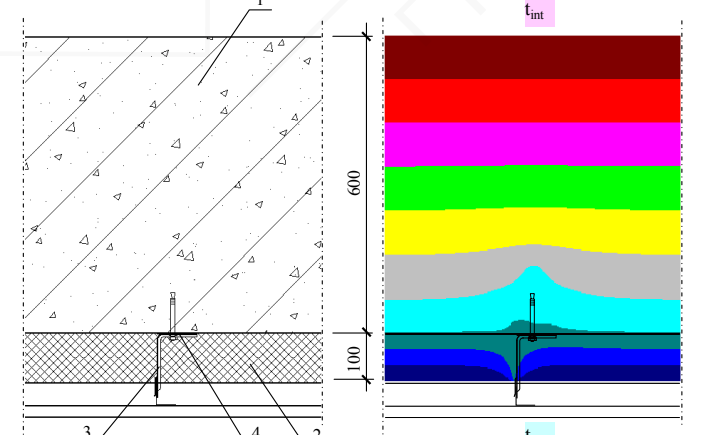
Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя $\lambda$ , Вт/(м·°C)	Коэффициент теплотехнической однородности $r$
<b>1. Несущий слой – кладка толщиной 400 из керамзитобетонных блоков</b>			
50		0,040	<b>0,94</b>
		0,045	<b>0,94</b>
		0,050	<b>0,94</b>
	<p><b>Условные обозначения:</b>  1 – кладка из керамзитобетонных блоков <math>\gamma=600</math> кг/м<sup>3</sup>; 2 – утеплитель;  3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,060	<b>0,94</b>
100		0,040	<b>0,92</b>
		0,045	<b>0,92</b>
		0,050	<b>0,93</b>
	<p><b>Условные обозначения:</b>  1 – кладка из керамзитобетонных блоков <math>\gamma=600</math> кг/м<sup>3</sup>; 2 – утеплитель;  3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,060	<b>0,93</b>
150		0,040	<b>0,88</b>
		0,045	<b>0,89</b>
		0,050	<b>0,90</b>
	<p><b>Условные обозначения:</b>  1 – кладка из керамзитобетонных блоков <math>\gamma=600</math> кг/м<sup>3</sup>; 2 – утеплитель;  3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,060	<b>0,91</b>

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

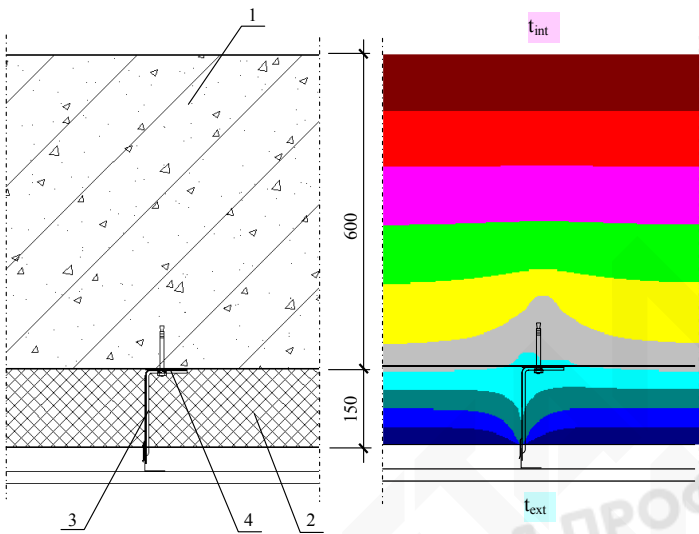
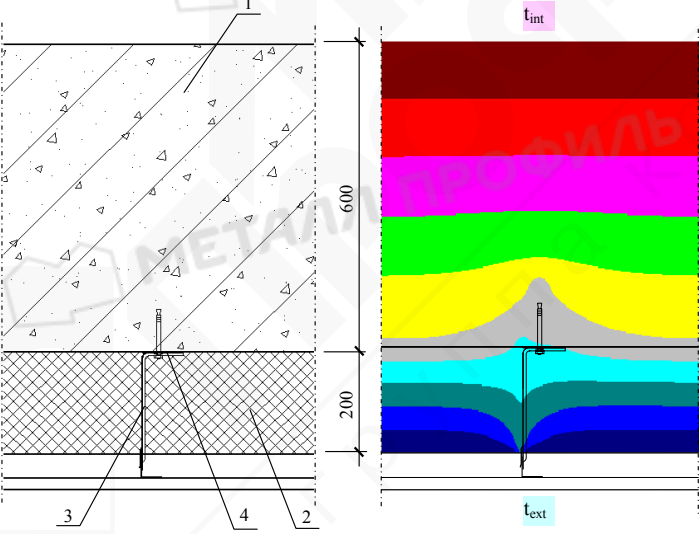
ТР-К.45/2-2009

Лист

13

Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·°С)	Коэффициент теплотехнической однородности $r$
200	 <p data-bbox="268 779 911 853"><b>Условные обозначения:</b> 1 – кладка из керамзитобетонных блоков <math>\gamma=600</math> кг/м<sup>3</sup>; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,86</b>
		0,045	<b>0,87</b>
		0,050	<b>0,88</b>
		0,060	<b>0,89</b>
<b>2. Несущий слой – кладка толщиной 600 из керамзитобетонных блоков</b>			
50	 <p data-bbox="268 1382 911 1456"><b>Условные обозначения:</b> 1 – кладка из керамзитобетонных блоков <math>\gamma=600</math> кг/м<sup>3</sup>; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,98</b>
		0,045	<b>0,98</b>
		0,050	<b>0,98</b>
		0,060	<b>0,99</b>
100	 <p data-bbox="268 1951 911 2024"><b>Условные обозначения:</b> 1 – кладка из керамзитобетонных блоков <math>\gamma=600</math> кг/м<sup>3</sup>; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,95</b>
		0,045	<b>0,96</b>
		0,050	<b>0,96</b>
		0,060	<b>0,97</b>

## Окончание таблицы Г2

Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя $\lambda$ , Вт/(м·°C)	Коэффициент теплотехнической однородности $\mathbf{r}$
150	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кладка из керамзитобетонных блоков <math>\gamma=600</math> кг/м<sup>3</sup>; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,92</b>
		0,045	<b>0,93</b>
		0,050	<b>0,94</b>
		0,060	<b>0,95</b>
200	 <p><b>Условные обозначения:</b> 1 – кладка из керамзитобетонных блоков <math>\gamma=600</math> кг/м<sup>3</sup>; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	<b>0,89</b>
		0,045	<b>0,91</b>
		0,050	<b>0,91</b>
		0,060	<b>0,93</b>

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ТР-К.45/2-2009

Лист

15

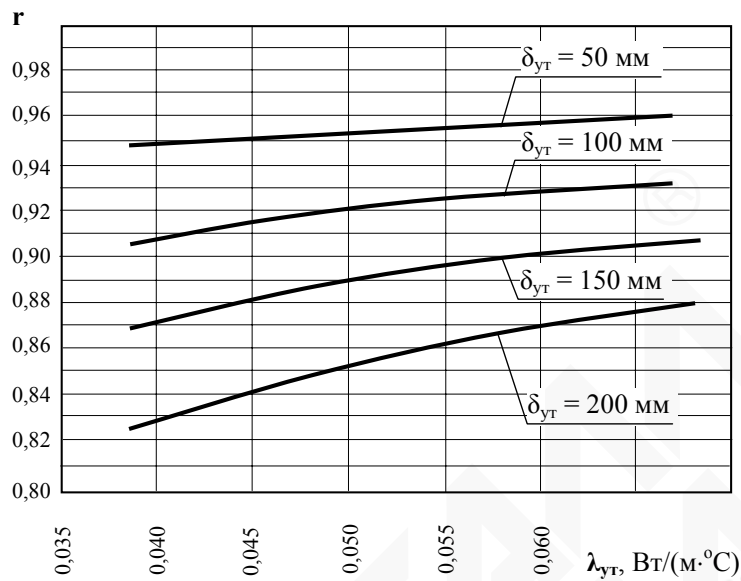


Рис. Г1. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности  $r$  от теплопроводности фасадной теплоизоляции  $\lambda_{ут}$  для глухого участка наружной стены с несущим слоем из кирпичной кладки толщиной **250** мм при шаге несущих кронштейнов 600 мм

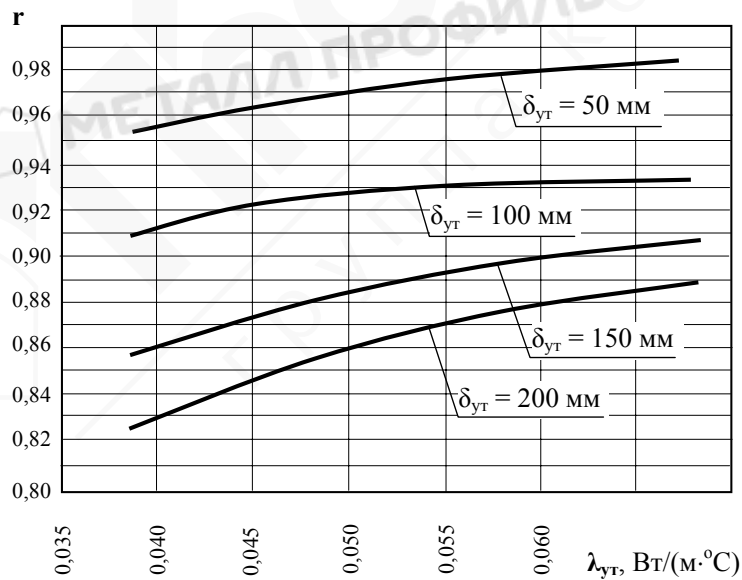


Рис.Г2. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности  $r$  от теплопроводности фасадной теплоизоляции  $\lambda_{ут}$  для глухого участка наружной стены с несущим слоем из кирпичной кладки толщиной **380** мм при шаге несущих кронштейнов 600 мм

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата





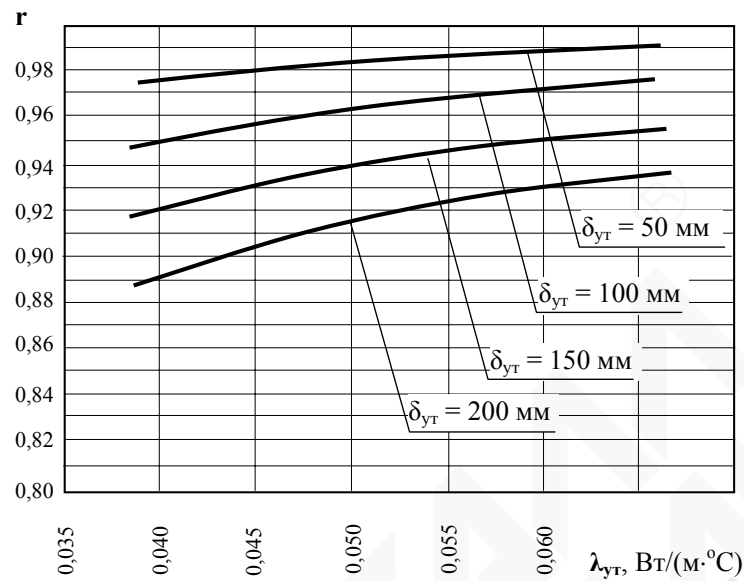


Рис. Г5. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности  $r$  от теплопроводности фасадной теплоизоляции  $\lambda_{ут}$  для глухого участка наружной стены с несущим слоем из монолитного бетона или керамзитобетонных блоков  $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$  толщиной **600 мм**

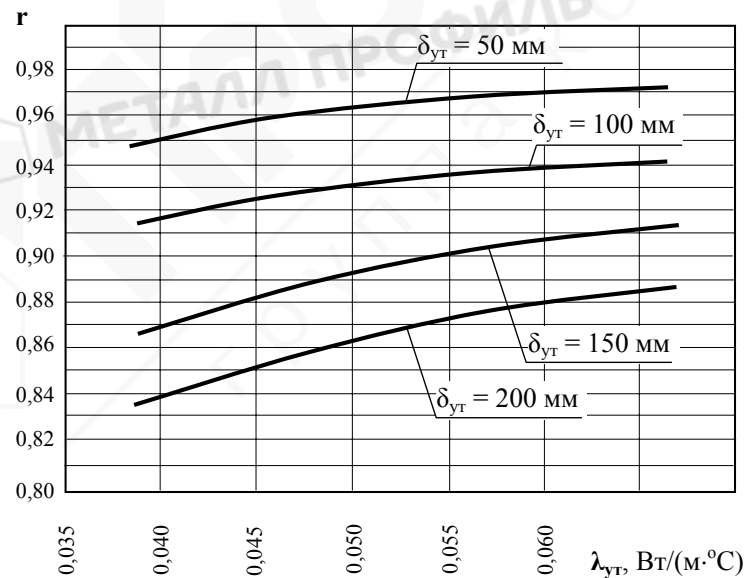


Рис. Г6. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности  $r$  от теплопроводности фасадной теплоизоляции  $\lambda_{ут}$  для глухого участка наружной стены с несущим слоем из монолитного бетона или керамзитобетонных блоков  $\gamma = 1400 \text{ кг/м}^3$  толщиной **400 мм** при шаге несущих кронштейнов 600 мм

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



## Приложение Д (справочное)

### ПРИМЕРЫ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ С НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМОЙ «ВФ МП»

**Пример Д1.** Рассчитать приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены жилого здания с навесной фасадной системой «ВФ МП». Конструктивное решение стены приведено на рис.Д1. Схематичное изображение фасада здания представлено на рис.Д2.

#### Д1.1 Исходные данные:

- район строительства – г.Москва;
- назначение здания – жилое;
- расчетная температура внутреннего воздуха –  $t_{int} = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$  [7];
- расчетная относительная влажность внутреннего воздуха –  $\phi_{int} = 55\%$  [1];
- расчетная температура наружного воздуха –  $t_{ext} = -28\text{ }^{\circ}\text{C}$  [8];
- средняя температура отопительного периода  $t_{ht} = -3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  [8];
- продолжительность отопительного периода  $z_{ht} = 214$  сут. [8];
- влажностный режим помещений – нормальный;
- зона влажности – нормальная;
- условия эксплуатации – «Б»;
- температура точки росы -  $t_d = 10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (приложение Б);
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности  $\alpha_{int} = 8,7\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$  [1, табл.7];;
- коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, обращенной в вентилируемую прослойку  $\alpha_{ext} = 10,8\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$  [2].



#### Д1.2. Порядок расчета

Рассчитываем величину градусо-суток отопительного периода  $D_d$ :

$$D_d = [20 - (-3,1)] \cdot 214 = 4943\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

По табл.4 [1] определяем  $R_{reg} = 3,13\text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ .

Задаемся в первом приближении величиной коэффициента теплотехнической однородности  $r = 0,88$  и по формуле (3.1) рассчитываем требуемую толщину теплоизоляционного слоя

$$\delta_{ym} = 0,045 \cdot [3,13/0,88 - 1/8,7 - 1/10,8 - (0,015/0,93 + 0,38/0,81)] = 0,13\text{ м.}$$

Принимаем к дальнейшему расчету  $\delta_{ym} = 0,14\text{ м}$ .

По табл.Г1 проверяем правильность принятой величины  $r = 0,88$  (по интерполяции).

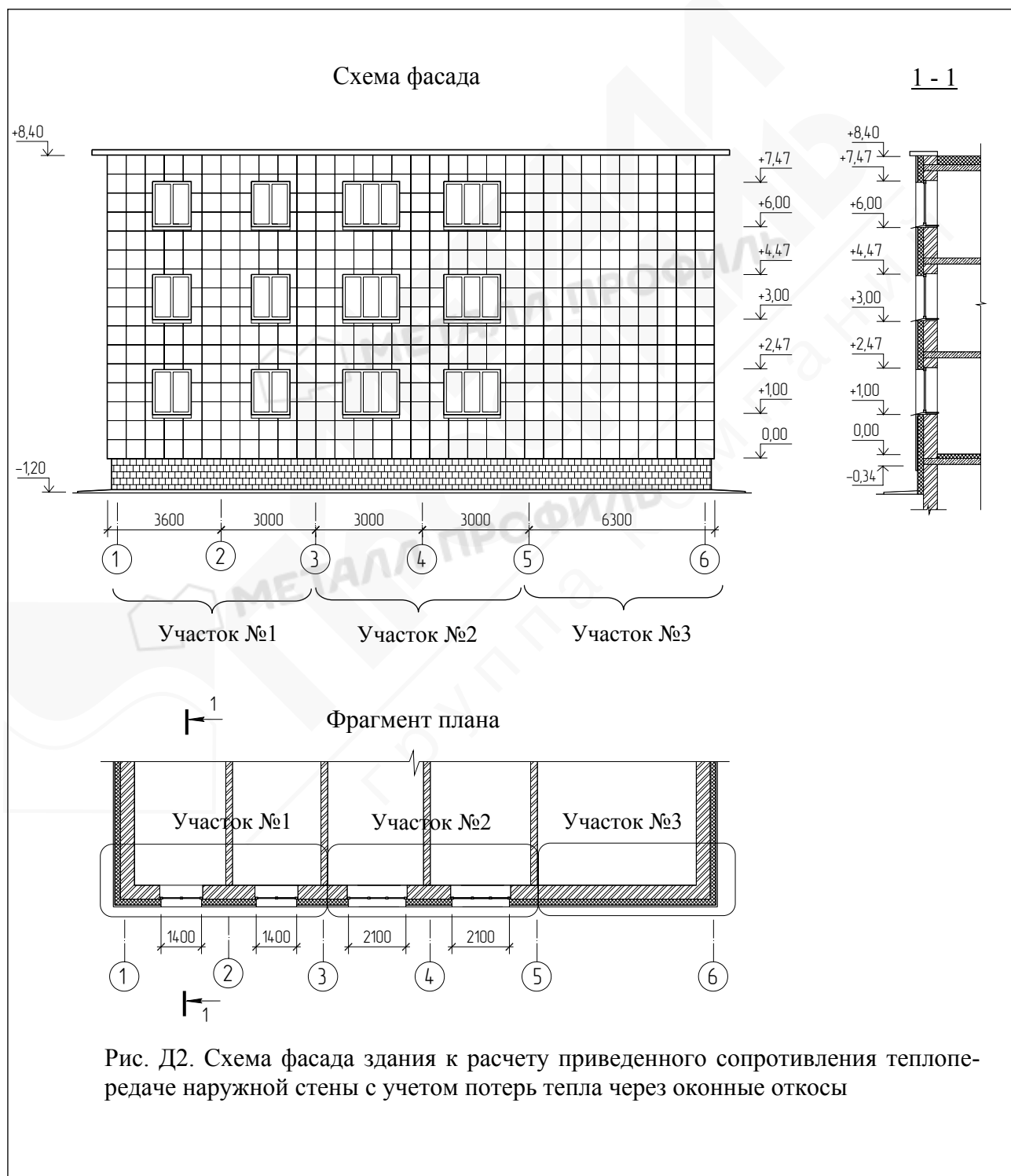
						Лист
						20
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ТР-К.45/2-2009

Рассчитываем условное сопротивление теплопередаче наружной стены  $R_o^{ycl}$

$$R_o^{ycl} = 1/8,7 + (0,015/0,93 + 0,38/0,81 + 0,14/0,045) + 1/10,8 = 3,80 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Для расчета приведенного сопротивления наружной стены по фасаду здания выделяем характерные участки (см. рис.Д2), определяем их площадь и отношение площади оконных проемов к общей площади участка  $\beta$  :

- участок 1 – без оконных проемов -  $F_1^{ct} = 55,06 \text{ м}^2$  ( $F_1^{об} = 55,06 \text{ м}^2$ ;  $F_2^{ок} = 0$ );
- участок 2 – с оконными проемами  $F_2^{ct} = 33,92 \text{ м}^2$ ,  $\beta = 0,35$  ( $F_2^{об} = 52,44 \text{ м}^2$ ,  $F_2^{ок} = 18,52 \text{ м}^2$ );
- участок 3 – с оконными проемами  $F_3^{ct} = 45,33 \text{ м}^2$ ,  $\beta = 0,21$  ( $F_3^{об} = 57,68 \text{ м}^2$ ,  $F_3^{ок} = 12,35 \text{ м}^2$ ).



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

По таблице 2 определяем коэффициенты учета дополнительных потерь тепла через оконные откосы  $k_i$  :

- участок 1 –  $k_1 = 1$ ;
- участок 2 –  $k_2 = 0,90$ ;
- участок 3 –  $k_3 = 0,92$ .

Рассчитываем величины приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен по отдельным участкам:

- участок 1 –  $R_{o,1} = 3,80 \cdot 0,88 \cdot 1 = 3,34 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- участок 2 –  $R_{o,2} = 3,80 \cdot 0,88 \cdot 0,90 = 3,01 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;
- участок 3 –  $R_{o,3} = 3,80 \cdot 0,88 \cdot 0,92 = 3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .

Приведенное сопротивление теплопередаче стены для фасада в целом рассчитываем по формуле (3.4) с учетом площадей и сопротивлений теплопередаче отдельных участков

$$R_o = \frac{55,06 + 33,92 + 45,33}{55,06/3,34 + 33,92/3,01 + 45,33/3,08} = 3,16 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Сопоставляем полученное значение с нормируемой величиной –  $R_o = 3,16 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_{reg} = 3,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .

Определяем величину расчетного температурного перепада  $\Delta t_o$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стены

$$\Delta t_o = 1 \cdot [20 - (-28)] / (3,16 \cdot 8,7) = 1,7 \text{ °C}.$$

В соответствии с табл.5 [1] величина нормируемого температурного перепада  $\Delta t_n = 4,5 \text{ °C} < \Delta t_o = 1,7 \text{ °C}$ .

Выбранная конструкция стены по показателям приведенное сопротивление теплопередаче, расчетный температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности конструкции соответствует требованиям СНиП 23-02-2003.

**Пример Д2.** Провести оценку температурного режима узла сопряжения наружной стены жилого здания с оконным блоком из ПВХ-профилей.

Схема узла сопряжения представлена на рис.Д3.

#### Д2.1 Исходные данные:

- район строительства – г. Самара;
- назначение здания – жилое;
- расчетная температура внутреннего воздуха –  $t_{int} = +20 \text{ °C}$  [7];
- расчетная относительная влажность внутреннего воздуха –  $\phi_{int} = 55 \%$  [1];
- расчетная температура наружного воздуха –  $t_{ext} = -30 \text{ °C}$  [8];
- влажностный режим помещений – нормальный;
- зона влажности – сухая;
- условия эксплуатации – «А»;
- температура точки росы –  $t_d = 10,7 \text{ °C}$  (приложение Б);
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности  $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$  [1, табл.7];;
- коэффициент теплоотдачи наружной поверхности  $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$  [2].
- коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, обращенной в вентилируемую прослойку  $\alpha_{ext,1} = 10,8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$  [2];.

#### Д2.2. Порядок расчета

В качестве расчетного фрагмента принимаем фрагмент стены по осям симметрии – от середины простенка до середины оконного блока.

Расчет выполняем по программе расчета трехмерных температурных полей ограждающих конструкций зданий «TEMPER-3D» (сертификат ФГУП ЦПС Госстроя РФ № РОСС

									Лист
									22
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

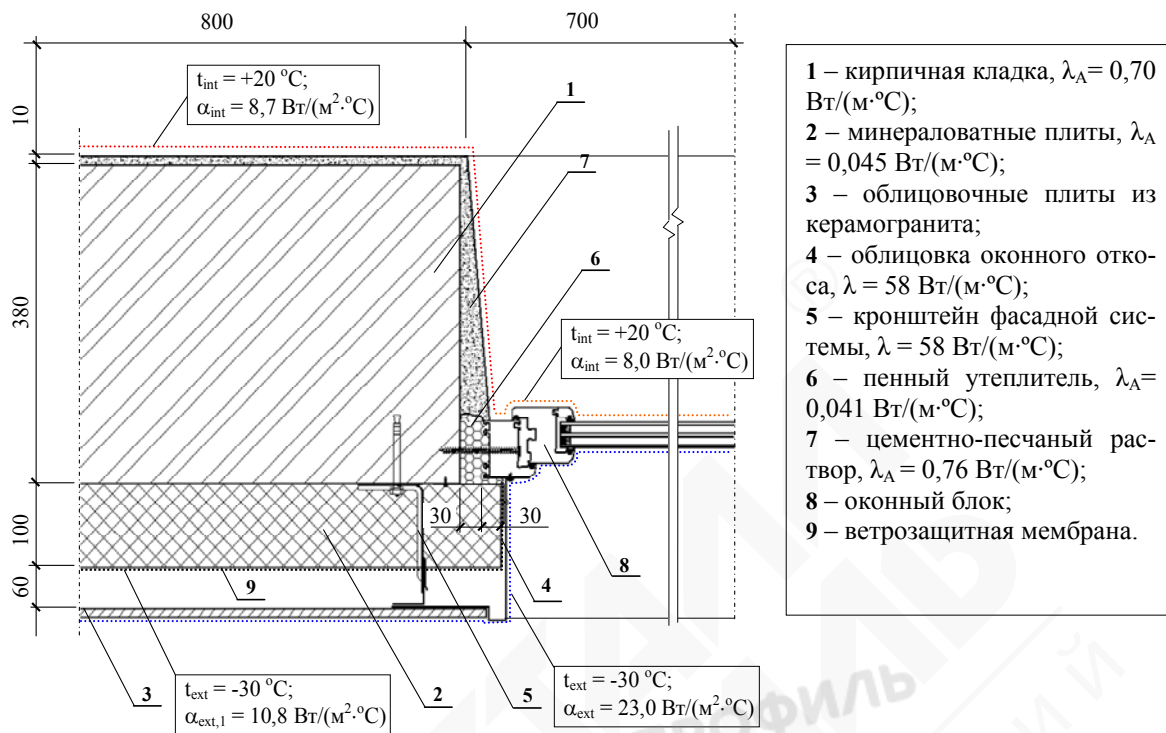


Рис. Д3. Расчетная схема узла сопряжения наружной стены с навесной фасадной системой «ВФ МП» о оконным блоком из ПВХ-профилей

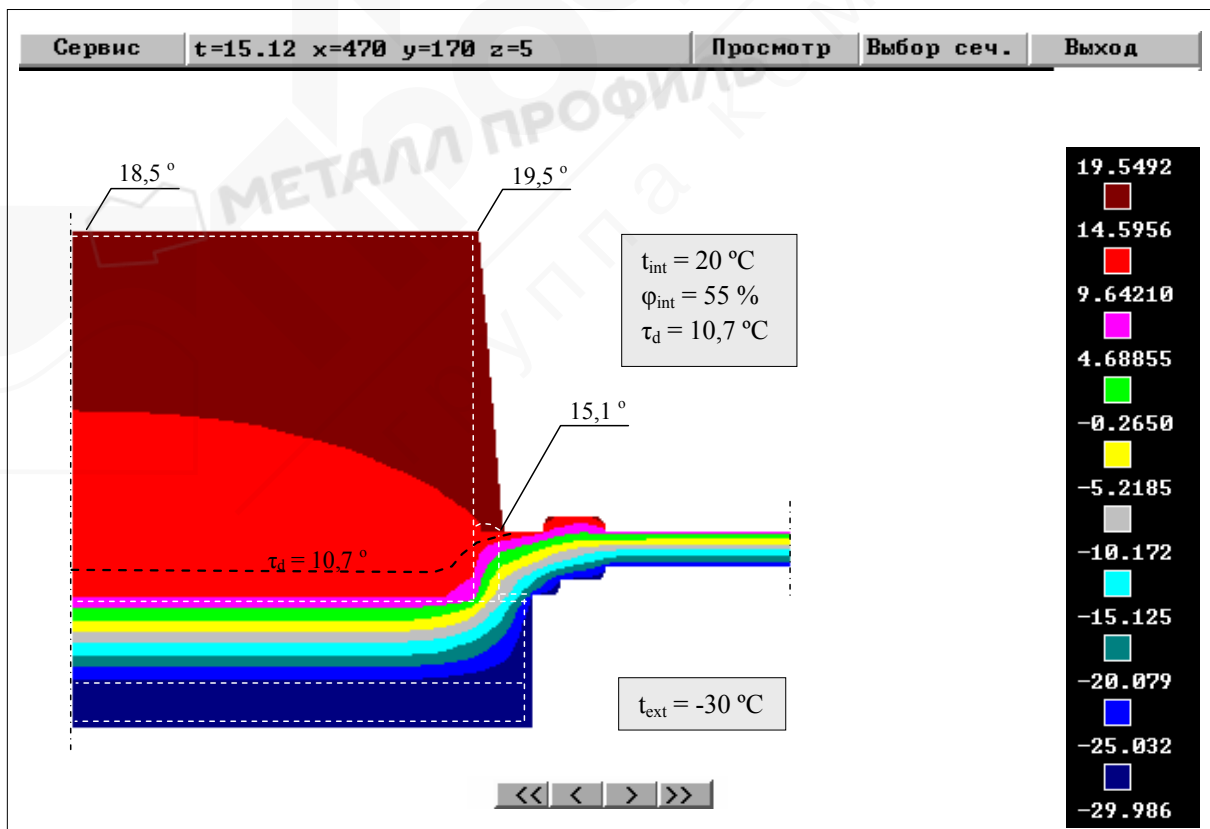


Рис. Д4. Результаты расчета распределения температур в зоне сопряжения наружной стены с оконным блоком из ПВХ-профилей

										Лист
										23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ТР-К.45/2-2009				

