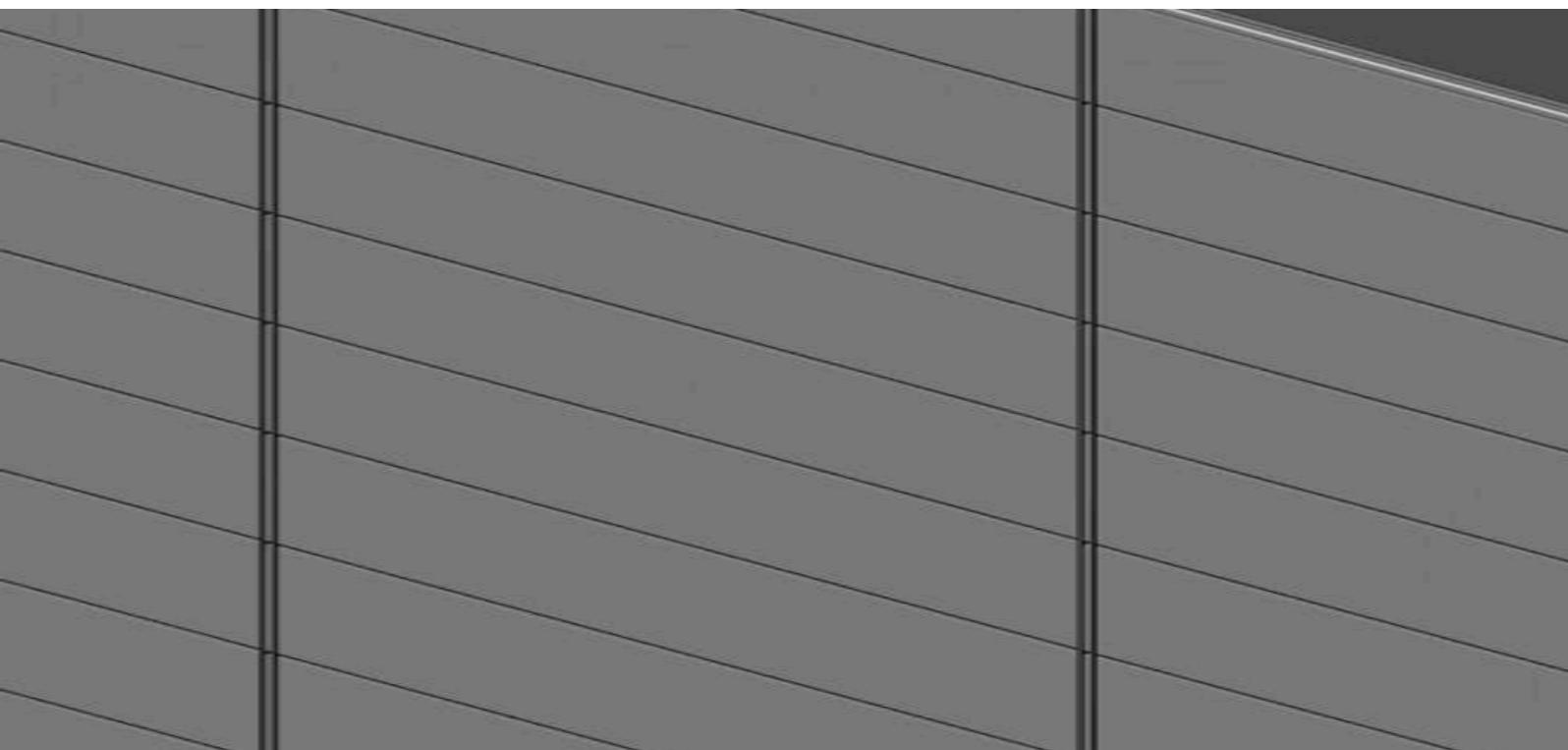




Методика расчёта теплотехники ВФ



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

Омск - 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.

 Кривошеин А.Д.
" 10 08 2009 г.



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

ТР К.45/2-2009

№Ф.№ подл	Подп. и дата	Взам. инв. №

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
группа компаний

СОДЕРЖАНИЕ

Обозначение	Наименование	Примечание	
Пояснительная записка	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	
Приложения	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

Ин. № подл.

ТР-К.45/2-2009					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал		Харламов Д.А.			
Проверил		Кривошеин А.Д.			
МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ С НАВЕСНЫМИ ФАСАДНЫМИ СИСТЕМАМИ «МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ».					
Содержание					
		Страница	Лист	Листов	
			1	2	
Испытательный центр «СТРОЙТЕСТ-СИБЛПК»					



ПРОРИМ[®]
ГРУППА КОМПАНИЙ

--	--	--	--	--	--

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. №

Подп. и дата

№ подл.

						ТР-К.45/2-2009		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разработал	Харламов Д.А.					Стандия	Лист	Листов
Проверил	Кривошеин А.Д.						1	10
МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ С НАВЕСНЫМИ ФАСАДНЫМИ СИСТЕМАМИ «МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ».						Испытательный центр «СТРОЙТЕСТ-СИБЛПК»		
Пояснительная записка								

- сопоставление расчетных значений с нормируемыми показателями.

1.4. Расчет влажностного режима наружных стен с вентилируемыми фасадными системами, оценку температуры и расхода воздуха в вентилируемой прослойке следует проводить согласно «Рекомендаций по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий» [6].

Для наружных стен зданий с нормальным и сухим режимом эксплуатации при соблюдении конструктивных требований, представленных в альбомах технических решений [3, 4, 5] (ширина вентилируемой прослойки, размеры зазоров между отдельными элементами облицовки), расчет влажностного режима может не проводиться.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

2.1. При проектировании тепловой защиты зданий определяющими показателями (критериями) являются [1]:

- величина приведенного сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций R_{reg} , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;
- температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности конструкции, Δt_n , $^\circ C$ (под температурой внутренней поверхности конструкции понимается средняя температура);
- минимальная температура внутренней поверхности, t_{min} , $^\circ C$;
- удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_h^{reg} , $кДж / (m^2 \cdot ^\circ C \cdot сут)$ или $кДж / (m^3 \cdot ^\circ C \cdot сут)$.

Необходимо отметить, что в ряде регионов РФ действуют территориальные строительные нормы (ТСН), требования которых могут отличаться от СНиП 23-02-2003 [1] как по составу показателей, так и их величине. В частности, могут нормироваться:

- минимально допустимое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_o^{min} , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;
- удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период q_h^{reg} , $МДж / (m^2 \cdot год)$ или $МДж / (m^3 \cdot год)$.

2.2. Величина приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции R_o , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, должна быть не менее нормируемого значения R_{reg} , принимаемого согласно таблицы 4 [1] в зависимости от назначения здания и величины градусо-суток отопительного периода D_d , $^\circ C \cdot сут$.

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} \quad , \quad (2.1)$$

где t_{int} - расчетная температура внутреннего воздуха здания, $^\circ C$, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по поз. 1 таблицы 4 [1] по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494-96 [7], для группы зданий по поз.2 таблицы 4 [1] - согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494-96, зданий по поз.3 таблицы 4 [1] - по нормам проектирования соответствующих зданий;

t_{ht} , z_{ht} — средняя температура наружного воздуха, $^\circ C$, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01-99 [8] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более $10 \text{ }^\circ C$ - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более $8 \text{ }^\circ C$ - в остальных случаях.

Необходимо подчеркнуть, что в соответствии с п.5.13 [1] величина приведенного сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций R_o может приниматься менее нормируемых значений R_{reg} , представленных в таблице 4 [1], если в результате расчета теплопотребления здания его удельный расход тепловой энергии q_h^{des} окажется меньше нормируемого значения q_h^{reg} . При этом величина приведенного сопротивления теплопередаче отдельных конструкций должна быть не ниже минимальных величин R_{min} , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$:

- для стен групп зданий, указанных в поз. 1 и 2 таблицы 4 [1]

$$R_{min} = R_{req} \cdot 0,63 ; \quad (2.2)$$

- для остальных ограждающих конструкций

$$R_{min} = R_{req} \cdot 0,8. \quad (2.3)$$

Значения нормируемого и допустимого сопротивлений теплопередаче наружных стен жилых и общественных зданий для ряда климатических районов приведены в приложении А.

2.3. Расчетный температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности конструкции, Δt_o , °С, не должен превышать нормируемых значений Δt_n , установленных в таблице 5 [1].

Величина Δt_o рассчитывается по формуле

$$\Delta t_o = n \cdot (t_{int} - t_{ext}) / (R_o \cdot \alpha_{int}) , \quad (2.4)$$

где n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимаемый по таблице 6 [1];

t_{int} - то же, что в формуле (2.1);

t_{ext} - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01-99 [8];

R_o - приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м²·°С/Вт;

α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), принимаемый по таблице 7 [1].

2.4. Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений t_{min} (стыков, ребер и др.), а также в углах и оконных откосах должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха t_d , °С при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года

$$t_{min} \geq t_d \quad (2.5)$$

При определении температуры точки росы t_d в местах теплопроводных включений, углах ограждающих конструкций, оконных откосов и т.п., относительную влажность внутреннего воздуха следует принимать [1]:

- для помещений жилых зданий, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов - 55 %, для помещений кухонь - 60 %, для ванных комнат - 65 %, для теплых подвалов и подполий с коммуникациями - 75 %;

- для теплых чердаков жилых зданий - 55 %;

- для помещений общественных зданий (кроме вышеуказанных) - 50 %.

Значения температур точки росы t_d для некоторых значений температур t_{int} и относительной влажности ϕ_{int} внутреннего воздуха помещений приведены в приложении Б.

2.5. Расчетная величина удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} , кДж/(м²·°С·сут) или кДж/(м³·°С·сут) должна быть не менее нормируемых значений q_h^{reg} .

Величина нормируемых значений q_h^{reg} принимается по таблице 9 [1] в зависимости от назначения и этажности зданий или в соответствии с требованиями соответствующих ТСН. Выбор нормативного документа, требованиям которого должен соответствовать проект (СНиП 23-02-2003 или ТСН), определяется заказчиком проекта.

Расчетная величина q_h^{des} определяется расчетом по методике, представленной в [1, 2] или по методике соответствующего ТСН.

3. РАСЧЕТ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

3.1. Выбор (задание) конструктивного решения стены

Принципиальное конструктивное решение наружных стен с применением навесных фасадных систем принимается (задается) на стадии подготовки исходных данных для проектирования и в дальнейшем, при разработке проектной документации, может уточняться и детализироваться.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен может проводиться:

- на стадии подготовки исходных данных для проектирования – с целью приближенной оценки возможности применения того или иного конструктивного решения и подбора основных конструктивных элементов системы ВФ; в этом случае расчет проводится для фрагмента стены без учета оконных и дверных проемов;

- на стадии разработки рабочей документации; в этом случае расчет проводится в соответствии с требованиями [1, 2] для фасада здания или среднего промежуточного этажа с учетом принятого объемно-планировочного и конструктивного решения здания, вида облицовки, размещения и типа несущих кронштейнов и др.

3.2. Определение требуемой толщины теплоизоляционного слоя

3.2.1. Требуемая толщина теплоизоляционного слоя δ_{ym} для наружной стены с навесной фасадной системой может быть определена по формуле (без учета влияния оконных и дверных проемов)

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} \cdot \left(\frac{R_{req}}{r} - \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{1}{\alpha_{ext}} - \sum_{i=1}^n \frac{\delta_{nc,i}}{\lambda_{nc,i}} \right) \quad (3.1)$$

где λ_{ym} – расчетный коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя, Вт/(м·°С);

R_{req} – величина требуемого (нормируемого) сопротивления теплопередаче, м²·°С/Вт;

r – коэффициент теплотехнической однородности конструкции;

α_{int} – то же, что в формуле (2.4);

α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, входящей в вентилируемую прослойку, принимаемый равным 10,8 Вт/(м²·°С) [2];

$\delta_{nc,i}$ – толщина i -го слоя несущей части стены, м;

$\lambda_{nc,i}$ – расчетный коэффициент теплопроводности i -го слоя стены, Вт/(м·°С), принимаемый по приложению Д [2] или по результатам испытаний с учетом условий эксплуатации.

Необходимо подчеркнуть, что слои конструкции, расположенные между вентилируемой воздушной прослойкой и наружной поверхностью, в теплотехническом расчете не учитываются [2].

Значения коэффициентов теплотехнической однородности r для некоторых конструктивных решений наружных стен с навесными фасадными системами «ВФ МП» приведены в таблице 3.1 – таблице 3.3, приложении Г. Величины r получены по результатам расчетов трехмерных температурных полей фрагментов наружных стен различного конструктивного решения с учетом теплопроводных включений по программе «TEMPER-3D».

Пример расчета одного из фрагментов наружной стены с применением программы расчета трехмерных температурных полей «TEMPER-3D» приведен в приложении В.

При расчете формуле (3.1) требуемую толщину теплоизоляционного слоя δ_{ym} рекомендуется принимать с запасом ~ 10%, учитывающим дополнительные потери тепла через оконные и дверные откосы.

3.2.2. Величина приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены с навесной фасадной системой «ВФ МП» в первом приближении (без учета потерь тепла через откосы оконных и дверных проемов) может быть рассчитана по формуле

$$R_o = R_o^{ycl} \cdot r, \quad (3.2)$$

где R_{oi}^{ycl} – условное сопротивление теплопередаче конструкции стены, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$.

$$R_o^{ycl} = 1/\alpha_{int} + \sum (\delta_i/\lambda_i) + 1/\alpha_{ext} \quad , \quad (3.3)$$

где α_{int} – то же, что в формуле (2.4);

α_{ext} – то же, что в формуле (3.1);

δ_i , λ_i - толщина, м, и расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C), материалов, входящих в состав конструкции.

Таблица 3.1

Значения коэффициентов теплотехнической однородности r для некоторых конструктивных решений наружных стен с навесной фасадной системой «ВФ МП» при шаге несущих кронштейнов **400 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·°C)			
		0,040	0,045	0,050	0,060
Несущий слой – кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе, $\rho_o = 1800 \text{ кг/м}^3$					
250	50	0,90	0,90	0,90	0,91
	100	0,86	0,87	0,87	0,88
	150	0,82	0,83	0,84	0,85
	200	0,78	0,79	0,80	0,82
380	50	0,92	0,93	0,94	0,95
	100	0,88	0,89	0,90	0,91
	150	0,84	0,85	0,86	0,87
	200	0,80	0,82	0,83	0,85
510	50	0,94	0,95	0,95	0,96
	100	0,90	0,91	0,92	0,93
	150	0,87	0,88	0,89	0,90
	200	0,83	0,84	0,85	0,86
Несущий слой – монолитный бетон или кладка из керамзитобетонных блоков $\rho_o \approx 600 \text{ кг/м}^3$					
400	50	0,93	0,93	0,93	0,93
	100	0,90	0,91	0,91	0,91
	150	0,86	0,87	0,88	0,89
	200	0,84	0,85	0,86	0,87
600	50	0,96	0,96	0,97	0,97
	100	0,94	0,94	0,95	0,95
	150	0,91	0,92	0,93	0,94
	200	0,88	0,89	0,90	0,91
Несущий слой - монолитный бетон или кладка из керамзитобетонных блоков $\rho_o \approx 1400 \text{ кг/м}^3$					
400	50	0,92	0,93	0,94	0,95
	100	0,89	0,90	0,91	0,92
	150	0,84	0,86	0,87	0,88
	200	0,82	0,83	0,84	0,85
600	50	0,94	0,94	0,95	0,95
	100	0,90	0,91	0,92	0,93
	150	0,86	0,87	0,88	0,89
	200	0,82	0,84	0,85	0,86

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.

--	--	--	--	--	--

Таблица 3.2

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
Несущий слой – кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе, $\rho_o = 1800 \text{ кг/м}^3$					
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
Несущий слой – монолитный бетон или кладка из керамзитобетонных блоков $\rho_o \approx 600 \text{ кг/м}^3$					
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
Несущий слой - монолитный бетон или кладка из керамзитобетонных блоков $\rho_o \approx 1400 \text{ кг/м}^3$					
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.

Таблица 3.3

Значения коэффициентов теплотехнической однородности r для некоторых конструктивных решений наружных стен с навесной фасадной системой «ВФ МП» при шаге несущих кронштейнов **800 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
Несущий слой – кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе, $\rho_0 = 1800$ кг/м³					
250	50	0,98	0,98	0,99	0,99
	100	0,94	0,95	0,96	0,96
	150	0,91	0,92	0,93	0,94
	200	0,86	0,87	0,88	0,89
380	50	0,96	0,97	0,98	0,99
	100	0,92	0,93	0,94	0,94
	150	0,88	0,89	0,90	0,91
	200	0,85	0,86	0,87	0,89
510	50	0,96	0,97	0,98	0,98
	100	0,93	0,94	0,94	0,95
	150	0,89	0,90	0,91	0,92
	200	0,85	0,87	0,88	0,89
Несущий слой – монолитный бетон или кладка из керамзитобетонных блоков $\rho_0 \approx 600$ кг/м³					
400	50	0,96	0,96	0,96	0,96
	100	0,94	0,94	0,94	0,95
	150	0,91	0,91	0,92	0,93
	200	0,88	0,89	0,90	0,91
600	50	0,98	0,98	0,98	0,99
	100	0,96	0,96	0,97	0,97
	150	0,93	0,94	0,95	0,96
	200	0,90	0,91	0,92	0,93
Несущий слой - монолитный бетон или кладка из керамзитобетонных блоков $\rho_0 \approx 1400$ кг/м³					
400	50	0,97	0,97	0,98	0,98
	100	0,93	0,94	0,95	0,96
	150	0,90	0,91	0,92	0,93
	200	0,86	0,88	0,89	0,90
600	50	0,98	0,98	0,99	0,99
	100	0,95	0,95	0,96	0,96
	150	0,91	0,92	0,93	0,94
	200	0,87	0,88	0,89	0,90

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.

3.3. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены для фасада здания или среднего промежуточного этажа

3.3.1. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен зданий R_o для фасада здания или промежуточного этажа с учетом потерь тепла через откосы оконных или верных проемов возможен при наличии проработанных (заданных) планировочных решений здания и его фасадов.

Величина приведенного сопротивления наружной стены здания для фасада или промежуточного этажа рассчитывается по формуле:

$$R_o = \frac{\Sigma F_i}{F_1/R_{o,1} + F_2/R_{o,2} + \dots + F_i/R_{o,i}}, \quad (3.4)$$

где F_i – площадь i -го участка фасада (без учета площади оконных и дверных проемов), m^2 ;
 $R_{o,i}$ – приведенное сопротивление теплопередаче i -го участка фасада, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$.

В качестве отдельных участков фасада или промежуточного этажа могут приниматься:

- глухие участки стен без проемов;
- участки стен с оконными проемами;
- участки стен с дверными или балконными проемами.

Примеры разбиения фасадов здания на отдельные участки представлены на рис.3.1.

3.3.2. При определении площадей наружных стен и проемов на отдельных участках фасада здания или среднего промежуточного этажа рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

- длину наружных стен участков, примыкающих к наружным выступающим углам, следует определять по расстоянию от кромки наружного угла до границы следующего участка, или по расстоянию между кромками наружных углов; длину наружных стен участков, примыкающих к внутренним выступающим углам - по расстоянию от наружной поверхности стены до границы следующего участка; длину наружных стен промежуточных участков - по расстоянию между границами участков;

- высоту наружных стен следует определять по расстоянию от низа несущих конструкций первого этажа до верха утеплителя верхнего этажа; при полах по грунту – от уровня чистого пола до верха утеплителя верхнего этажа; при расчете промежуточного этажа высоту наружных стен определять по расстоянию между уровнями чистых полов вышележащего и нижележащего этажей;

- размеры оконных и дверных проемов следует принимать по наименьшим размерам «в свету».

3.3.2. Величина приведенного сопротивления теплопередаче i -го участка фасада здания с учетом потерь тепла через откосы оконных и дверных проемов рассчитывается по формуле

$$R_{o,i} = R_{o,i}^{ycl} \cdot r_i \cdot k_i, \quad (3.5)$$

где $R_{o,i}^{ycl}$ – условное сопротивление теплопередаче i -го участка стены, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, рассчитываемое по формуле (3.2);

r_i – коэффициент теплотехнической однородности i -го участка стены, принимаемый по таблице 3.1 или приложению Г ;

k_i – коэффициент, учитывающий потери через откосы оконных и дверных проемов, принимаемый по таблице 3.4 в зависимости от отношения площади оконных проемов к общей площади участка стены.

Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены для фасада здания по формулам (3.4), (3.5) приведен в приложении Д.

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

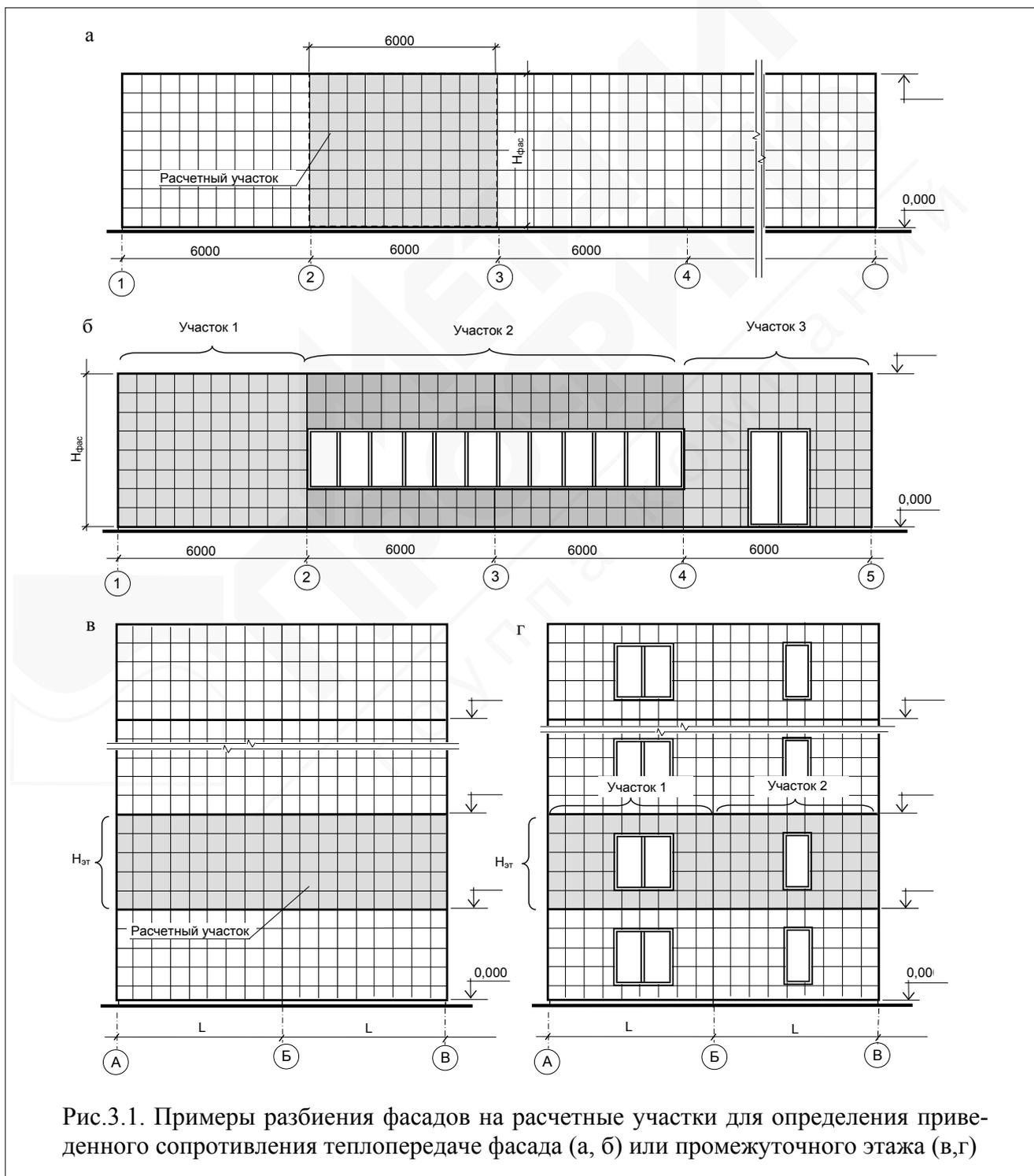


Рис.3.1. Примеры разбиения фасадов на расчетные участки для определения приведенного сопротивления теплопередаче фасада (а, б) или промежуточного этажа (в,г)

4. ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КОНСТРУКЦИЙ

4.1. Температура внутренней поверхности ограждающих конструкции в зоне теплопроводных включений t_{min} (стыков, ребер и др.), а также в углах и оконных откосах определяется по результатам расчета двухмерных или трехмерных температурных полей при расчетных температурах наружного t_{ext} и внутреннего t_{int} воздуха.

Выбор программы расчета (двухмерных или трехмерных температурных полей) определяется геометрической формой рассчитываемого узла и характером распределения тепловых потоков.

Возможность выпадения конденсата на данных участках определяется сопоставлением минимальной температуры внутренней поверхности t_{min} с температурой точки росы t_d , определенной при расчетной влажности внутреннего воздуха ϕ_{int} согласно п.2.4.

4.2. При проведении расчетов размеры рассчитываемого участка (фрагмента) конструкции рекомендуется принимать:

- для наружных выступающих углов - от внутренней кромки угла до оси оконного или дверного проема; при отсутствии проема - на расстояние не менее 5 толщин стены;
- для узлов сопряжений оконных или дверных блоков со стенами - от середины проема до оси оконного проема, или по осям оконных или дверных проемов;
- для узлов сопряжения наружных стен с чердачным перекрытием (совмещенным покрытием), а также цокольным перекрытием - на расстояние не менее 5 толщин конструкции в каждую сторону от внутренней поверхности сопряжения конструкций.

4.3. Пример расчета температурного режима и оценки возможности выпадения конденсата на поверхности наружной стены приведен в приложении Д.

4.4. Расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и средней внутренней поверхности конструкции Δt_o , °С, рассчитывается по формуле (2.4).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
2. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.
3. Альбом технических решений «ВФ МП» с облицовками: сайдинг, вертикальный сайдинг, линейные панели, профлист. – М., 2008. ООО «Промышленная компания Металл Профиль Лобня».
4. Альбом технических решений «ВФ МП КВ». – М., 2008. ООО «Промышленная компания Металл Профиль Лобня».
5. Альбом технических решений «ВФ МП 1005» и «ВФ МП 2005» с облицовкой фасадными кассетами. – М., 2008, ООО «Промышленная компания Металл Профиль Лобня».
6. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий / ЦНИИЭП жилища, 2002.
7. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
8. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
9. Справочное пособие к СНиП. Расчет и проектирование ограждающих конструкций зданий/ НИИСФ. – М.: Стройиздат, 1990. – 233 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ



Взам. инв. №							ТР-К.45/2-2009							
Подп. и дата	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата								
	Разработал		Харламов Д.А.											
№ подл.	Проверил		Кривошеин А.Д.				МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ С НАВЕСНЫМИ ФАСАДНЫМИ СИСТЕМАМИ «МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ».							
							<table border="1"> <tr> <td>Стадия</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>24</td> </tr> </table>			Стадия	Лист	Листов		1
Стадия	Лист	Листов												
	1	24												

Приложения

Испытательный центр
«СТРОЙТЕСТ-СИБЛПК»

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

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, $\varphi_{int} = 50\%$.

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

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

Приложение Б
(справочное)

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

t_{int} , °C	Относительная влажность воздуха ϕ_{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]

--	--	--	--	--	--

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 - $\alpha_{int} = 8,7\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ [1, табл.7];
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_{ext} = 23\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ [2].
- расчетный коэффициент теплопроводности слоя теплоизоляции (минераловатные плиты) - $\lambda_A = 0,035\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ [по результатам испытаний];
- расчетный коэффициент теплопроводности несущей стены (кладки из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе $\rho_0 = 1800\text{ кг}/\text{м}^3$ - $\lambda_A = 0,70\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ [2];
- расчетный коэффициент теплопроводности штукатурки из цементно-песчаного раствора $\rho_0 = 1800\text{ кг}/\text{м}^3$ - $\lambda_A = 0,76\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ [2];
- расчетный коэффициент теплопроводности металла - $\lambda = 58\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ [2].

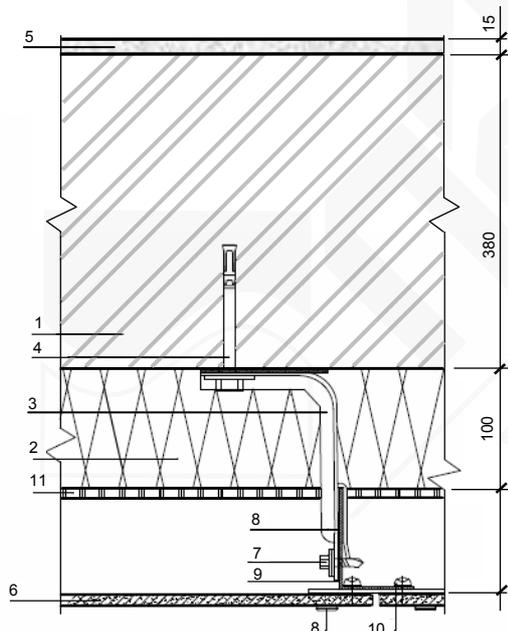


Рис.В1. Схема наружной стены с навесной фасадной системой «ВФ МП КВ»:

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 – заклепка или саморез с прокладкой из ЭПДМ-резины; 8 – клеммер рядовой; 9 – вертикальные направляющие КПП-60x44x3000; 10 – заклепка 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.

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 $r = 0,91$.

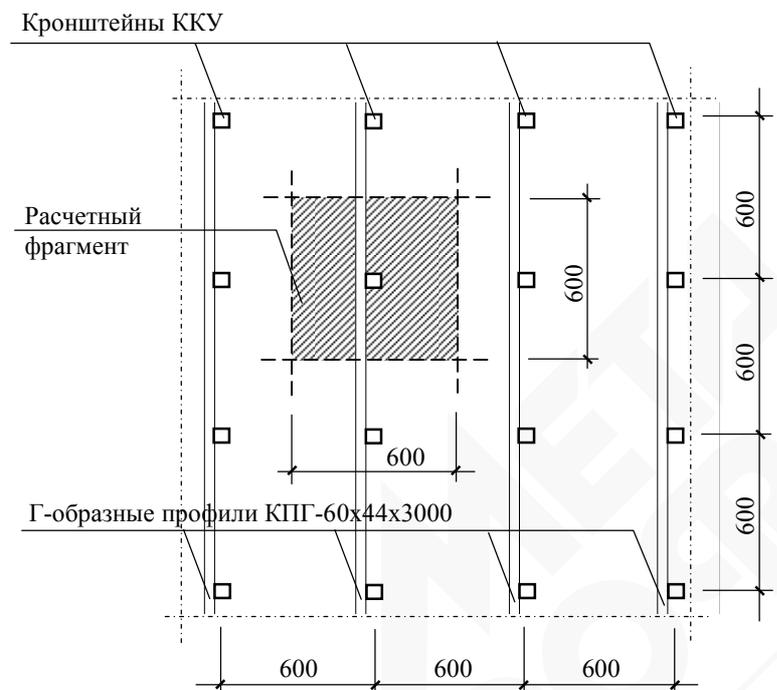


Рис.В2. Схема определения размеров расчетного фрагмента наружной стены

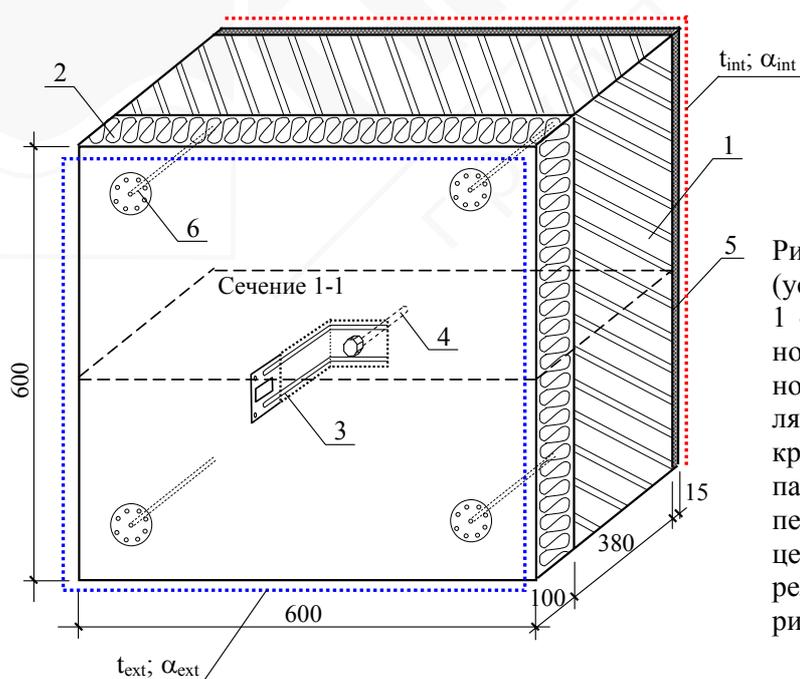


Рис.В3. Схема расчетного фрагмента (условно показана без облицовки): 1 - кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе; 2 - теплоизоляция (минераловатные плиты); 3 - кронштейн ККУ-L-80 с шайбой и паронитовой прокладкой; 4 - крепежный элемент; 5 - штукатурка из цементно-песчаного раствора; 6 - тарельчатый дюбель (сечение 1-1 – см. рис.В1)

Примечание: сечение 1-1 см. рис.В1.

--	--	--	--	--	--

Распечатка результатов расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента наружной стены с навесной фасадной системой «ВФ МП КВ»

N/N	Кэфф.тепл.	T среды	Площадь	T средняя	Тепл. поток
1	0.1080D+02	-.3900D+02	0.1800D+00	-.3697D+02	-.3955D+01
10	0.8700D+01	0.2100D+02	0.1800D+00	0.1847D+02	0.3956D+01
Итого Q вход.=0.395554D+01 Q выход.=-.395540D+01 Погрешность = 0.00184%					
Ro=0.27303D+01					

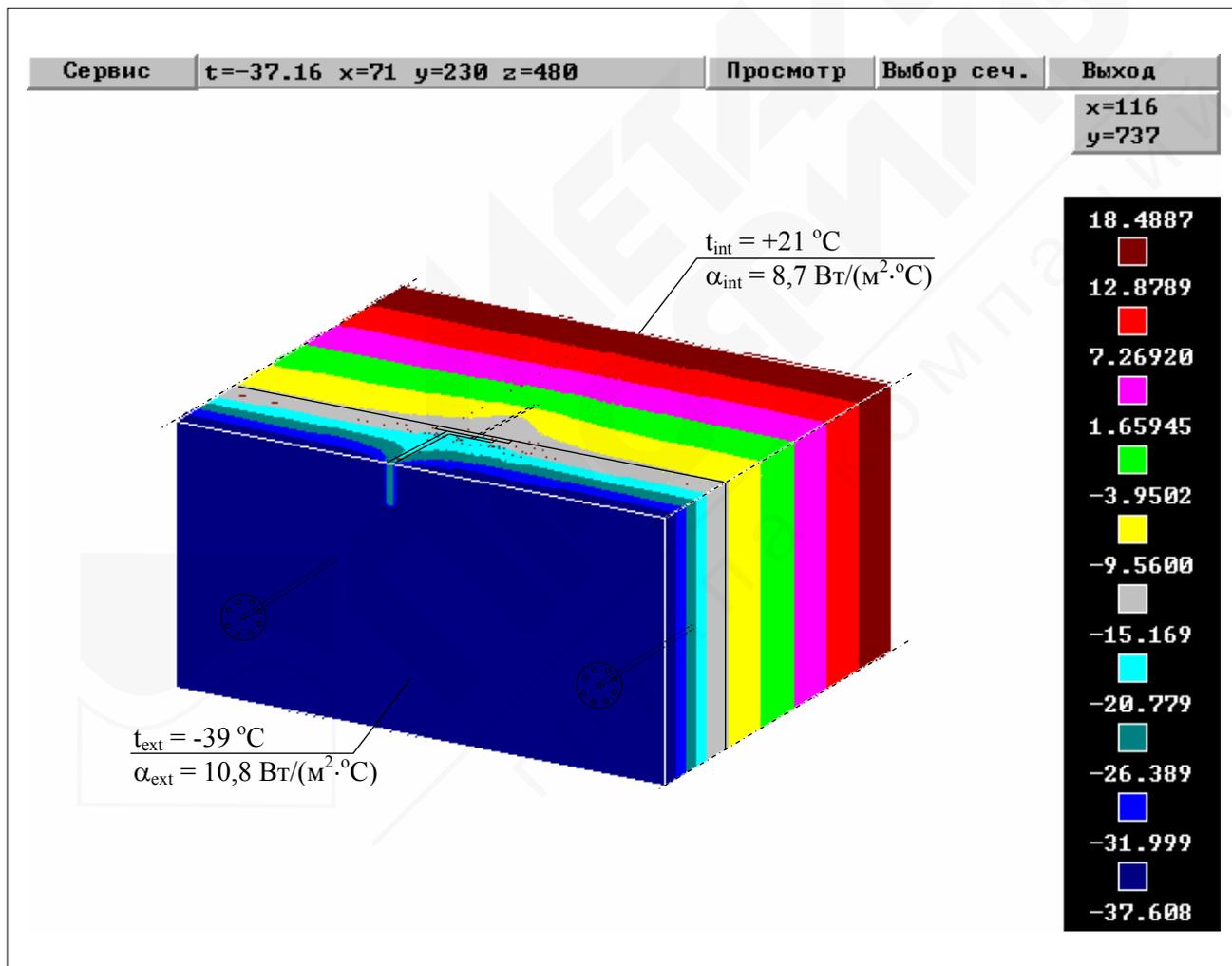


Рис.В4. Распределение температур по сечению рассчитанного фрагмента стены в месте расположения кронштейна

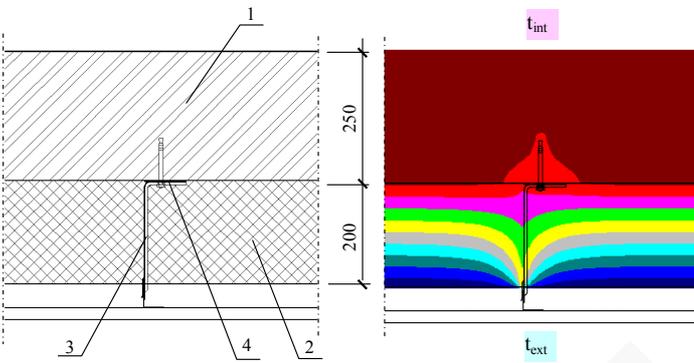
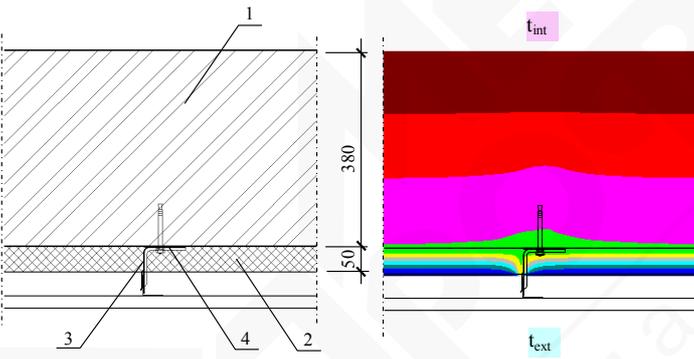
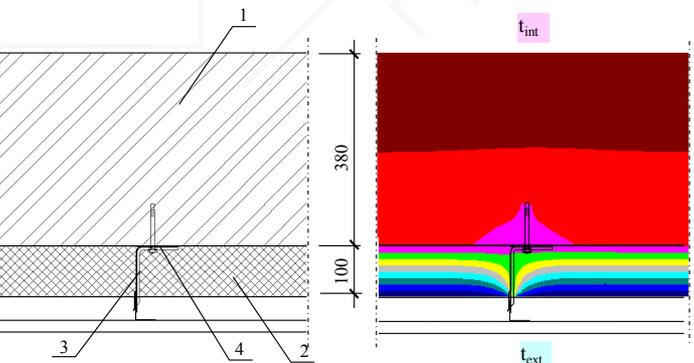
Приложение Г
(справочное)

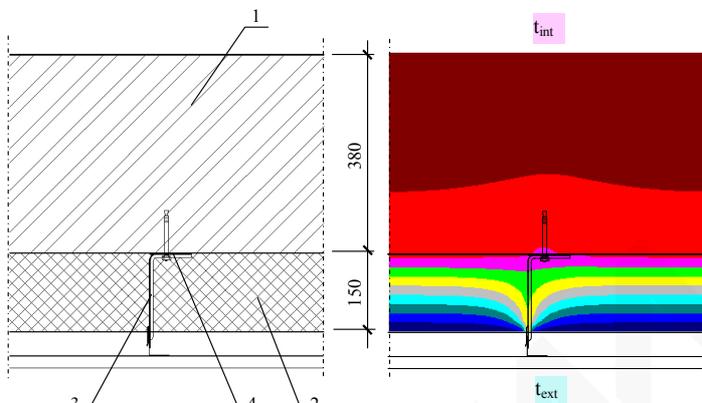
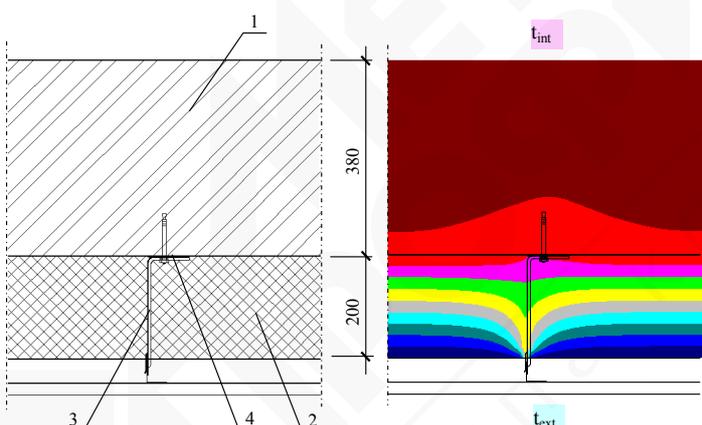
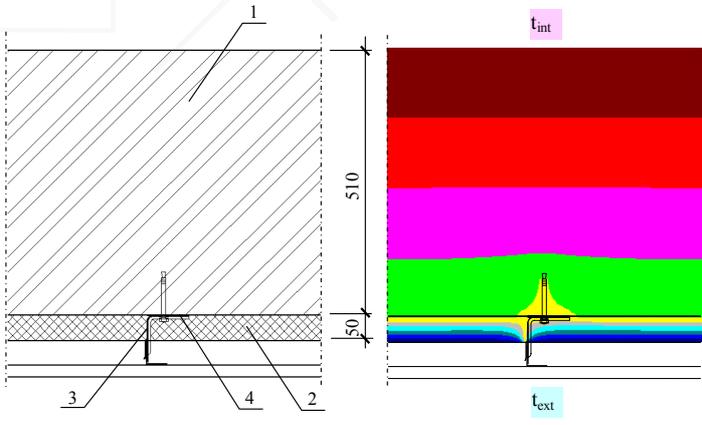
**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ
НАРУЖНЫХ СТЕН С НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМОЙ «ВФ МП»
ПРИ ШАГЕ НЕСУЩИХ КРОНШТЕЙНОВ 600 ММ**

Таблица Г1

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

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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="263 739 909 817">Условные обозначения: 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,83
		0,045	0,84
		0,050	0,85
		0,060	0,87
2. Несущий слой - кладка толщиной 380 мм из кирпича			
50	 <p data-bbox="263 1332 909 1411">Условные обозначения: 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,96
		0,045	0,96
		0,050	0,97
		0,060	0,97
100	 <p data-bbox="263 1915 909 1993">Условные обозначения: 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,91
		0,045	0,92
		0,050	0,93
		0,060	0,93

Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя λ , Вт/(м·°С)	Коэффициент теплотехнической однородности r
150	 <p data-bbox="351 795 1053 884">Условные обозначения: 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="351 1355 1053 1444">Условные обозначения: 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
3. Несущий слой - кладка толщиной 510 мм из кирпича			
50	 <p data-bbox="351 1948 1053 2027">Условные обозначения: 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

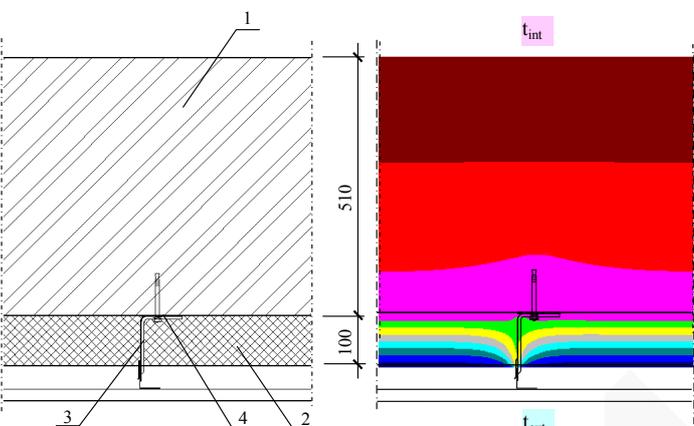
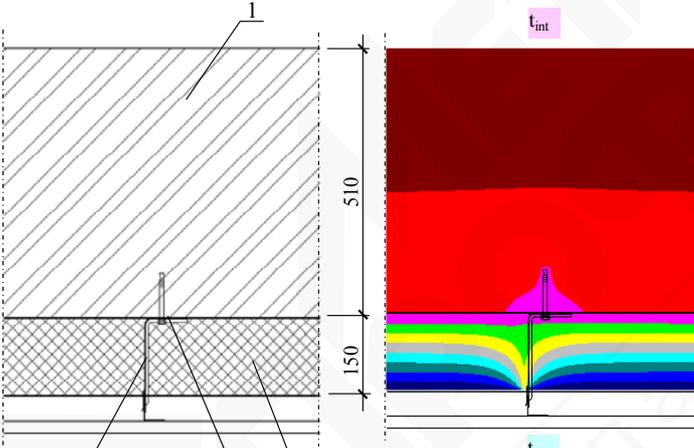
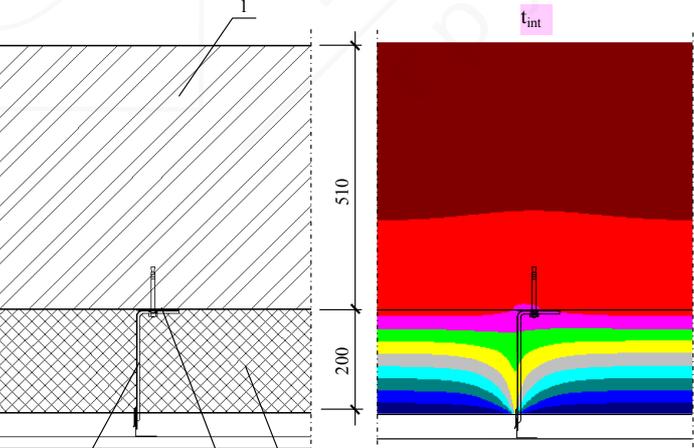
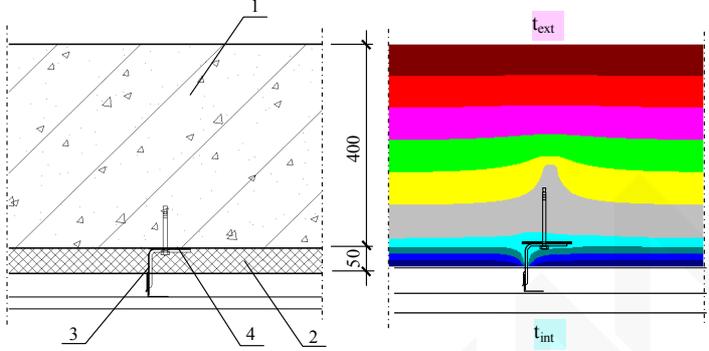
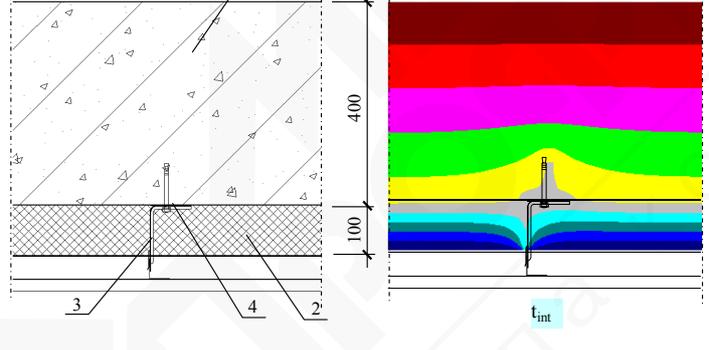
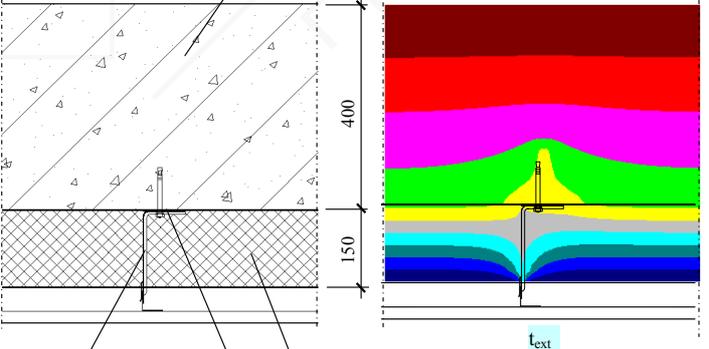
Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·°С)	Коэффициент теплотехнической однородности r
100	 <p data-bbox="263 761 917 840">Условные обозначения: 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,92
		0,045	0,92
		0,050	0,93
		0,060	0,94
150	 <p data-bbox="263 1321 917 1400">Условные обозначения: 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,88
		0,045	0,89
		0,050	0,90
		0,060	0,91
200	 <p data-bbox="263 1892 917 1971">Условные обозначения: 1 – кирпичная кладка; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,84
		0,045	0,86
		0,050	0,86
		0,060	0,88

Таблица Г2

Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя λ , Вт/(м·°С)	Коэффициент теплотехнической однородности r
1. Несущий слой – кладка толщиной 400 из керамзитобетонных блоков			
50		0,040	0,94
		0,045	0,94
		0,050	0,94
		0,060	0,94
100		0,040	0,92
		0,045	0,92
		0,050	0,93
		0,060	0,93
150		0,040	0,88
		0,045	0,89
		0,050	0,90
		0,060	0,91

Условные обозначения:

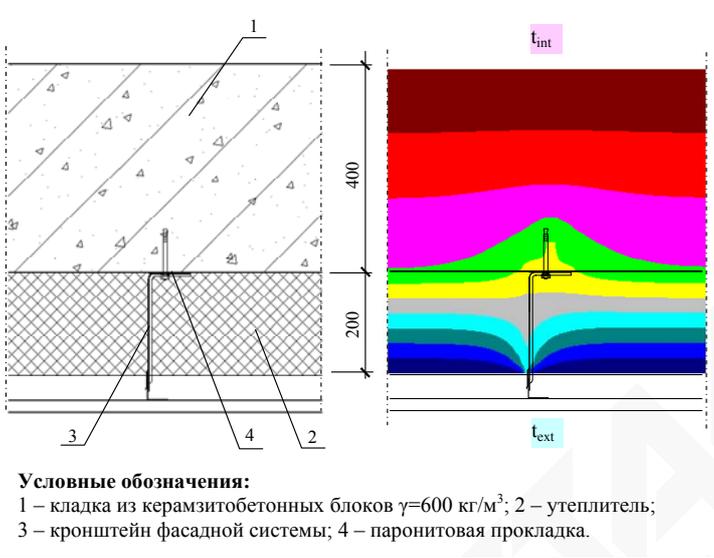
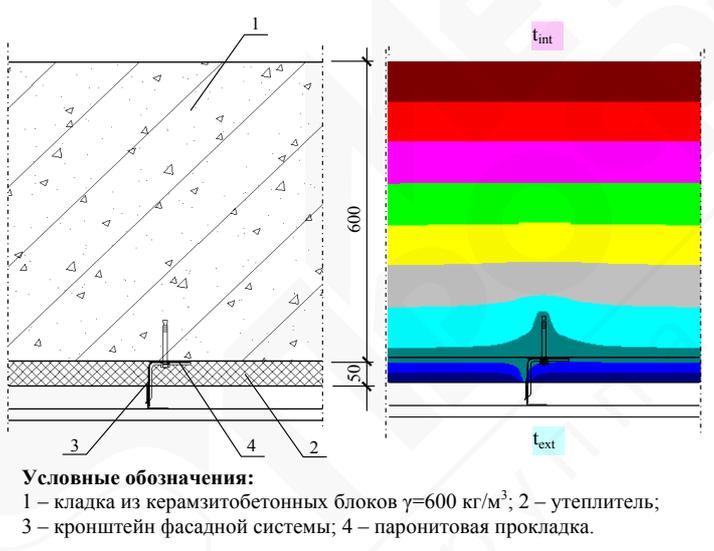
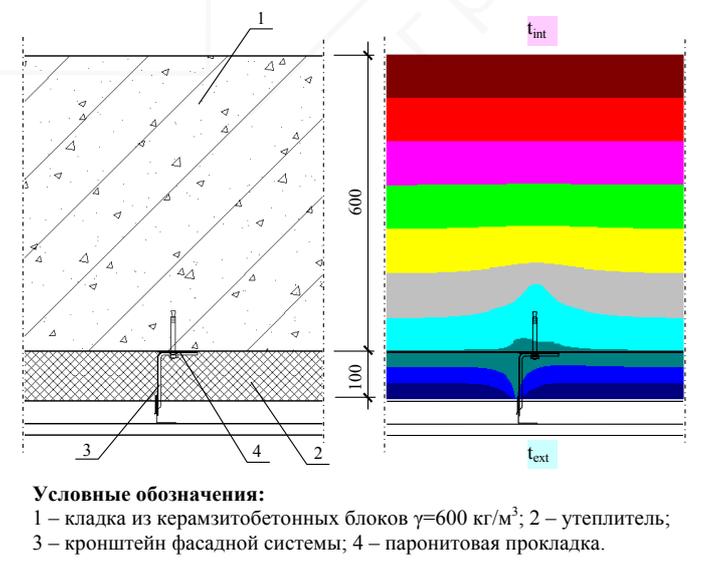
1 – кладка из керамзитобетонных блоков $\gamma=600$ кг/м³; 2 – утеплитель;
3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.

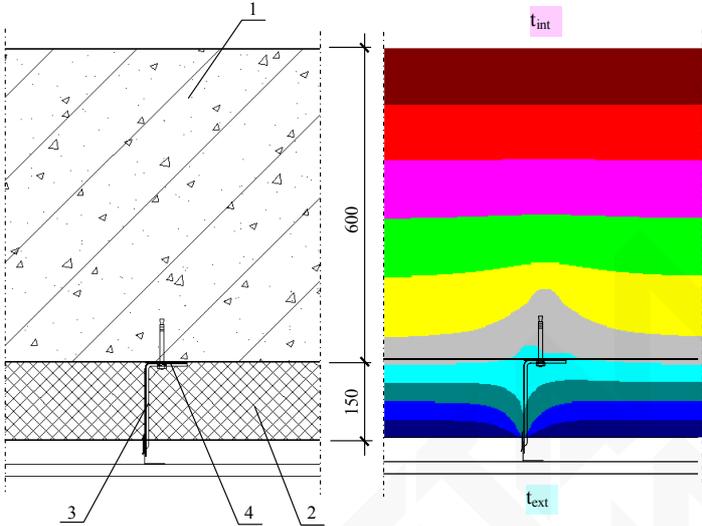
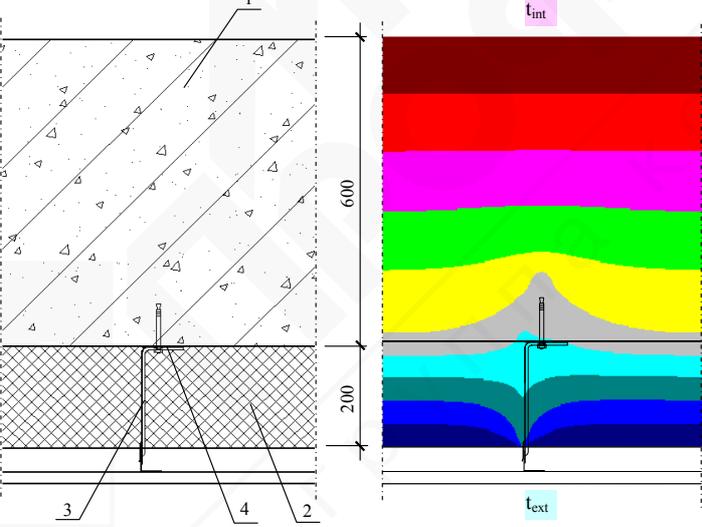
Условные обозначения:

1 – кладка из керамзитобетонных блоков $\gamma=600$ кг/м³; 2 – утеплитель;
3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.

Условные обозначения:

1 – кладка из керамзитобетонных блоков $\gamma=600$ кг/м³; 2 – утеплитель;
3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.

Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·°С)	Коэффициент теплотехнической однородности r
200	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков $\gamma=600$ кг/м³; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,86
		0,045	0,87
		0,050	0,88
		0,060	0,89
2. Несущий слой – кладка толщиной 600 из керамзитобетонных блоков			
50	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков $\gamma=600$ кг/м³; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,98
		0,045	0,98
		0,050	0,98
		0,060	0,99
100	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков $\gamma=600$ кг/м³; 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

Толщина утепляющего слоя, мм	Эскизы расчетных фрагментов и результаты расчета температурных полей	Коэффициент теплопроводности утеплителя λ , Вт/(м·°С)	Коэффициент теплотехнической однородности \mathbf{r}
150	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков $\gamma=600$ кг/м³; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,92
		0,045	0,93
		0,050	0,94
		0,060	0,95
200	 <p>Условные обозначения: 1 – кладка из керамзитобетонных блоков $\gamma=600$ кг/м³; 2 – утеплитель; 3 – кронштейн фасадной системы; 4 – паронитовая прокладка.</p>	0,040	0,89
		0,045	0,91
		0,050	0,91
		0,060	0,93

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

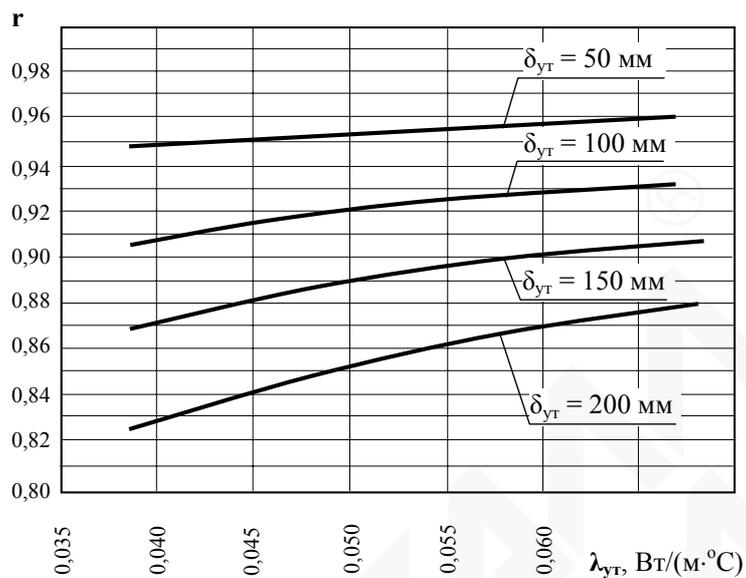


Рис. Г1. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности r от теплопроводности фасадной теплоизоляции $\lambda_{ут}$ для глухого участка наружной стены с несущим слоем из кирпичной кладки толщиной **250** мм при шаге несущих кронштейнов 600 мм

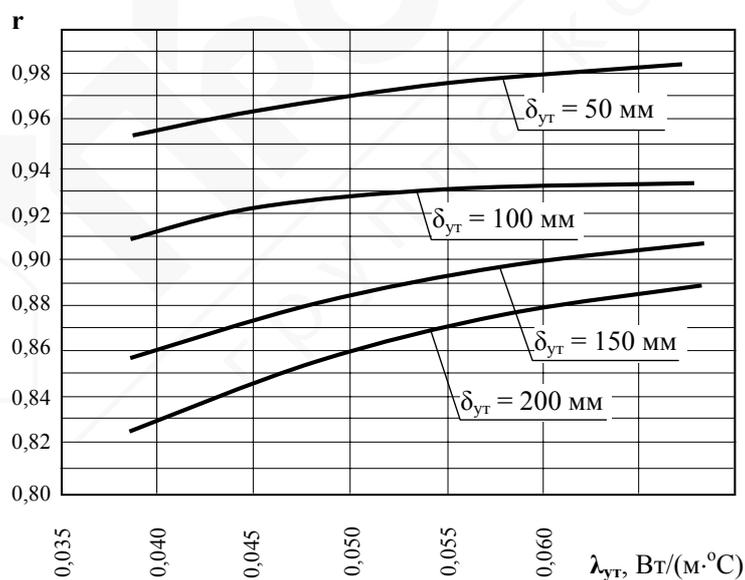


Рис.Г2. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности r от теплопроводности фасадной теплоизоляции $\lambda_{ут}$ для глухого участка наружной стены с несущим слоем из кирпичной кладки толщиной **380** мм при шаге несущих кронштейнов 600 мм

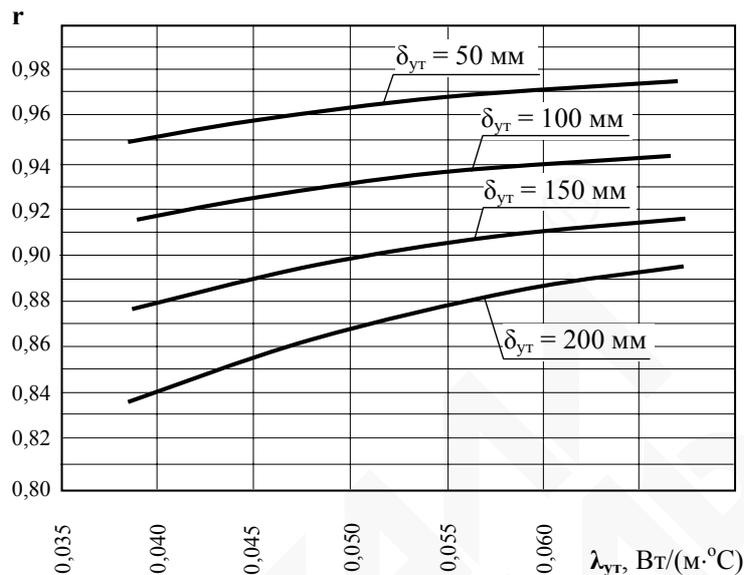


Рис.Г3. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности r от теплопроводности фасадной теплоизоляции $\lambda_{ут}$ для глухого участка наружной стены с несущим слоем из кирпичной кладки толщиной **510** мм при шаге несущих кронштейнов 600 мм

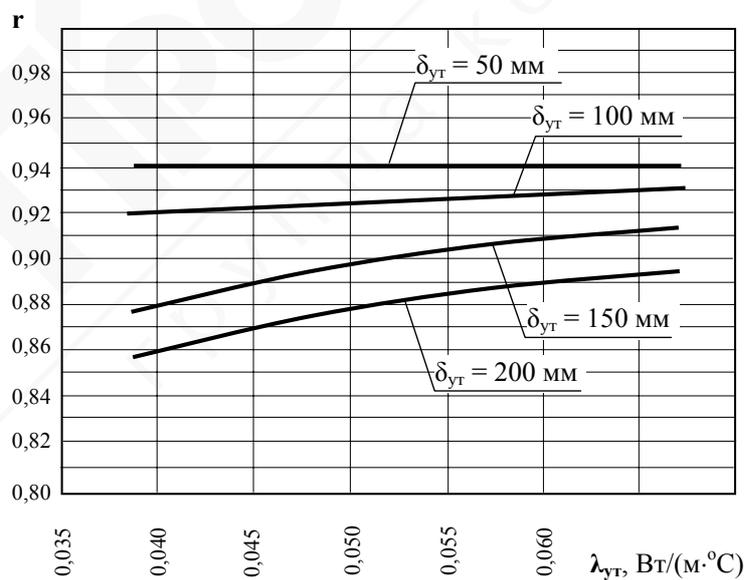


Рис.Г4. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности r от теплопроводности фасадной теплоизоляции $\lambda_{ут}$ для глухого участка наружной стены с несущим слоем из монолитного бетона или керамзитобетонных блоков плотностью $\gamma = 600$ кг/м³ толщиной **400** мм при шаге несущих кронштейнов 600 мм

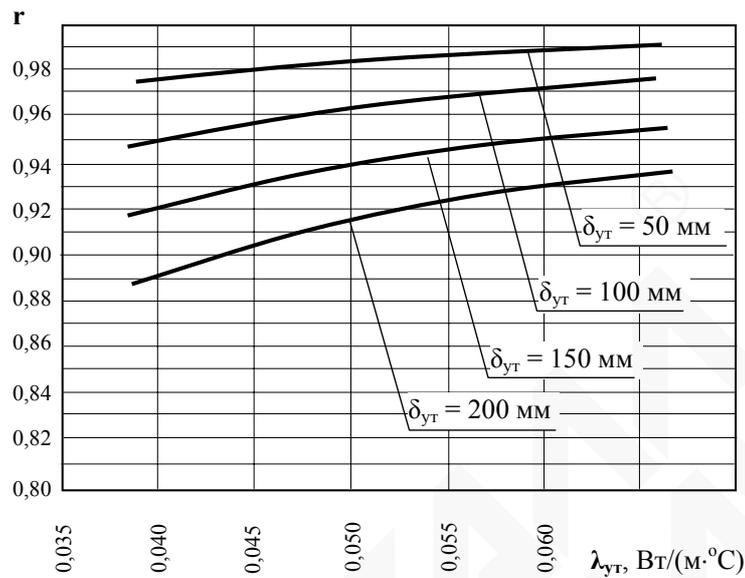


Рис. Г5. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности r от теплопроводности фасадной теплоизоляции $\lambda_{ут}$ для глухого участка наружной стены с несущим слоем из монолитного бетона или керамзитобетонных блоков $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$ толщиной **600** мм

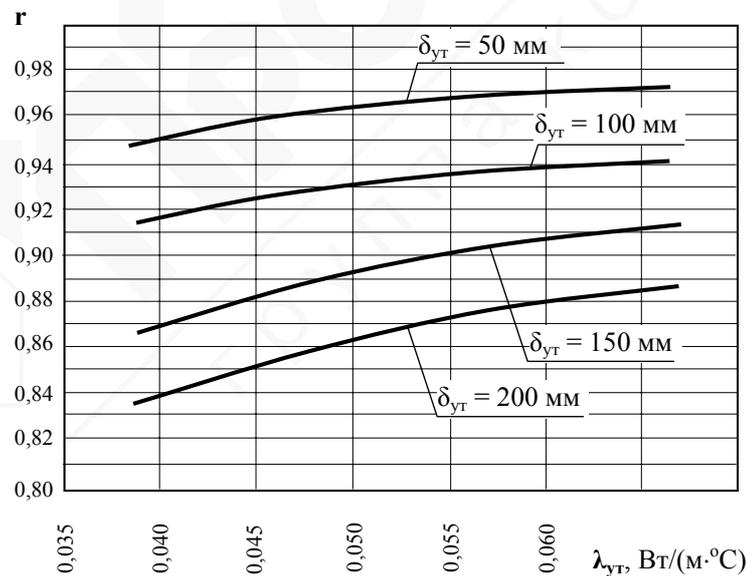


Рис. Г6. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности r от теплопроводности фасадной теплоизоляции $\lambda_{ут}$ для глухого участка наружной стены с несущим слоем из монолитного бетона или керамзитобетонных блоков $\gamma = 1400 \text{ кг/м}^3$ толщиной **400** мм при шаге несущих кронштейнов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

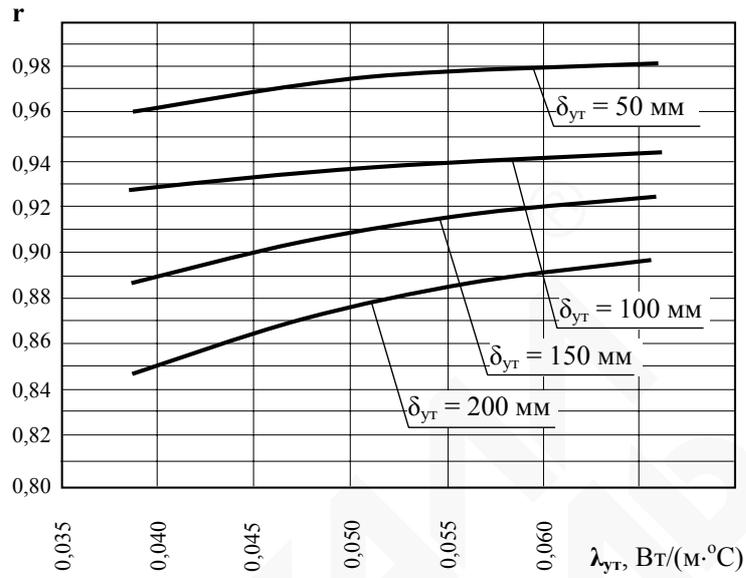


Рис. Г7. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности r от теплопроводности фасадной теплоизоляции $\lambda_{ут}$ для глухого участка наружной стены с несущим слоем из керамзитобетонных блоков $\gamma = 1400 \text{ кг/м}^3$ толщиной **600** мм при шаге несущих кронштейнов 600 мм



ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ

--	--	--	--	--	--

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 – $\varphi_{int} = 55\%$ [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 - $t_d = 10,7^{\circ}\text{C}$ (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 $\delta_{ym} = 0,14\text{ м}$.

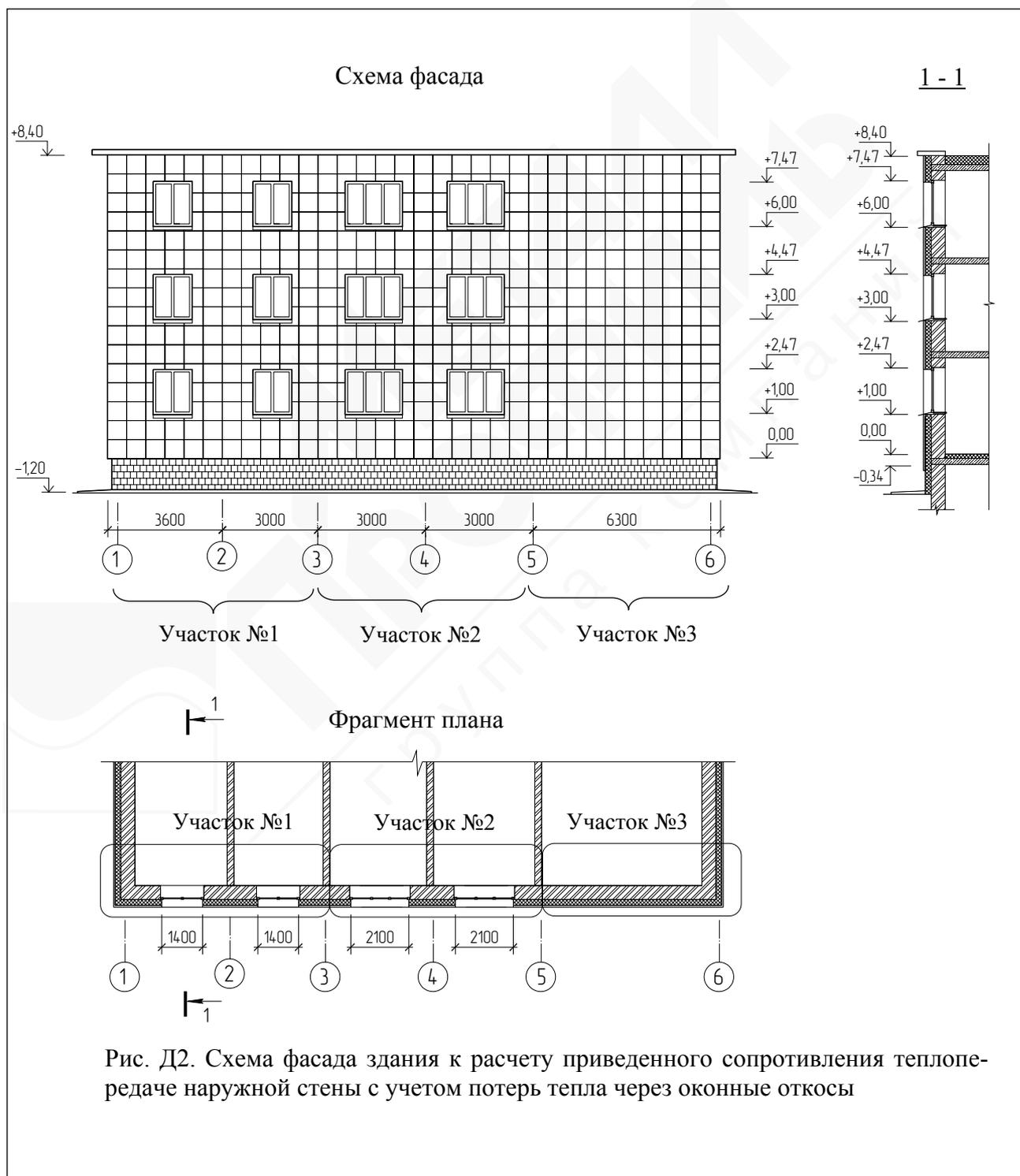
По табл.Г1 проверяем правильность принятой величины $r = 0,88$ (по интерполяции).

Рассчитываем условное сопротивление теплопередаче наружной стены R_o^{ycl}

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

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 β :

- 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 $F_3^{ct} = 45,33 \text{ м}^2$, $\beta = 0,21$ ($F_3^{об} = 57,68 \text{ м}^2$, $F_3^{ок} = 12,35 \text{ м}^2$).



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 Δt_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

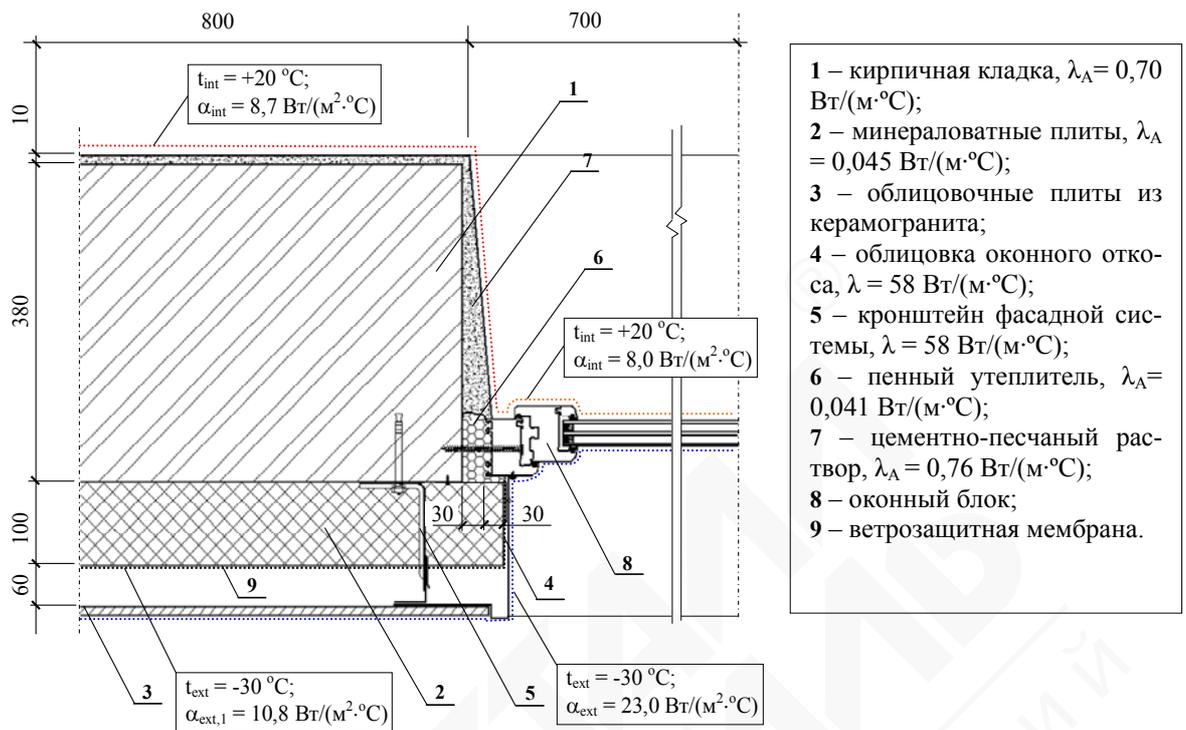


Рис. Д3. Расчетная схема узла сопряжения наружной стены с навесной фасадной системой «ВФ МП» о оконным блоком из ПВХ-профилей

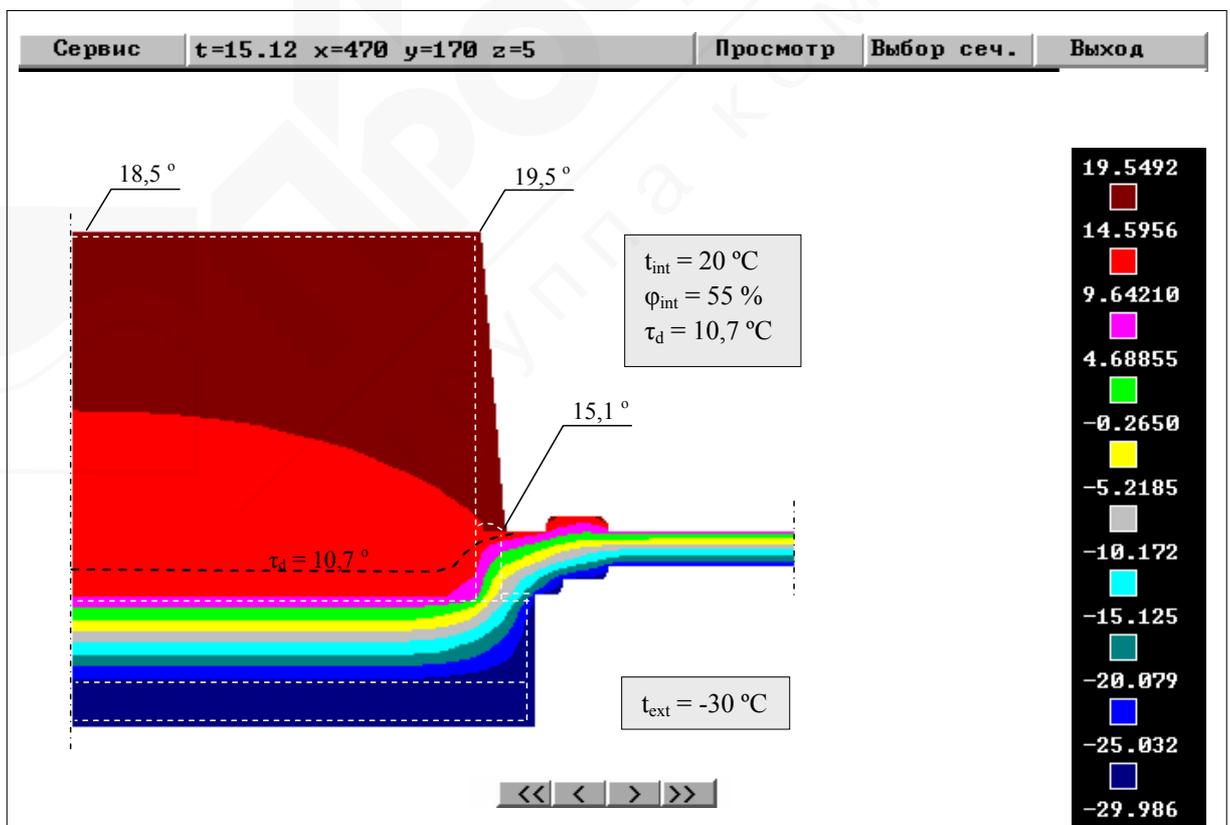


Рис. Д4. Результаты расчета распределения температур в зоне сопряжения наружной стены с оконным блоком из ПВХ-профилей

RU.СП15.Н00107). В связи с двухмерным характером распределения температур по рассчитываемому узлу ограничиваемся расчетом двухмерного (плоского) температурного поля.

Расчетная схема и основные результаты расчета приведены на рис.Д3, рис.Д4.

По результатам расчетом минимальная температура внутренней поверхности в зоне сопряжения наружной стены с оконным блоком составляет $\tau_{\min} = 15,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, что существенно выше температуры точки росы $t_d = 10,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Температурный режим данного узла соответствует требованиям СНиП 23-02-2003.



ПРОФИЛЬ
группа компаний

--	--	--	--	--	--	--