

FRONT Общество с ограниченной ответственностью «Фронтсайд» 121087, г.Москва, ул.Барклая, д.6, стр.5, этаж 5, ком. 23Д. Тел. (495) 642-80-91

http://frontside.ru e-mail: info@frontside.ru

Стандарт организации

МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА НАРУЖНЫХ СТЕН И ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ ИЗ ПАНЕЛЕЙ СТАЛЬНЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ С МИНЕРАЛОВАТНЫМ УТЕПЛИТЕЛЕМ, производства ооо «фронтсайд»

CTO 54610108-005-2018

Введен впервые

FRONT SIDE

Общество с ограниченной ответственностью «Фронтсайд» 121087, г. Москва, ул. Барклая, д. 6, стр. 5, этаж 5, ком. 23 Д Тел. (495) 642-80-91

http://frontside.ru e-mail: info@frontside.ru

УТВЕРЖДАЮ Генеральный директор ООО «Фронтсайд» Дмитриев А.С.

""" 2018 г.

Стандарт организаций

МЕТОДИКА
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА
НАРУЖНЫХ СТЕН И ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ
ИЗ ПАНЕЛЕЙ СТАЛЬНЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ
С МИНЕРАЛОВАТНЫМ УТЕПЛИТЕЛЕМ
ПРОИЗВОДСТВА ООО «ФРОНТСАЙД»

CTO 54610108-005-2018

Введен впервые

СОГЛАСОВАНО

Директор АНО «Омскстройсерти-

фикация»

Нагорный В.С.

2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор ООО ИЦ «Стройтест-

СибАДИ»

кривошеин А.Д.

- Ale Strategie

ИЦ № "СТРОЙТЕСТ-СИБАДИ" /

Москва - 2018



ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН: ФГБОУ ВО СибАДИ, ООО «Фронтсайд» согласно Федерального закона №184-ФЗ "О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. в соответствии с ГОСТ Р 1.0-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения", ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандарты организаций. Общие положения».

- 2 УТВЕРЖДЕН: Генеральным директором ООО «Фронтсайд»
- 3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ
- 4 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: с 1 февраля 2019 г. в качестве стандарта организации



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	ΙΥ
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	1
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	1
4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	2
5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ	3
6 РАСЧЕТ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ	4 4 6
7 ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КОНСТРУКЦИЙ	7
8 РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ	8
ПРИЛОЖЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ А. Внешний вид трехслойных стеновых и кровельных панелей	13
производства ООО «Фронтсайд»	14
производства ООО «Фронтсайд»	15 16
панелей	
воздухопроницаемость стыков	18
и относительной влажности $\varphi_{\rm e}$ воздуха	21
линейные и точечные теплотехнические неоднородности	22
теплотехнические неоднородности панелей	23
теплопередаче для некоторых вариантов наружных стен	27
Приложение К. Примеры расчета температурного режима некоторых узлов зданий из панелей ООО «Фронтсайд»	30
Приложение Л. Копия сертификата соответствия программы расчета трехмерных температурных полей ограждающих конструкций зданий	
"TEMPER 3D"	34



ВВЕДЕНИЕ

Стандарт организации «Методика теплотехнического расчета наружных стен и покрытий зданий из стальных трехслойных панелей с минераловатным утеплителем, производства ООО «Фронтсайд»» разработан сотрудниками ФГБОУ ВО СибАДИ, ООО «Фронтсайд».

Разработка стандарта обусловлена необходимостью детализации ряда положений СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2003 «Проектирование тепловой защиты зданий», СП 345.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты» применительно к конструктивным решениям наружных стен и покрытий зданий, выполненных с применением стальных трехслойных панелей производства ООО «Фронтсайд».

Стандарт предназначен для конструкторов, инженерно-технических сотрудников, менеджеров строительных и проектных организаций.



Стандарт организации

МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА НАРУЖНЫХ СТЕН И ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ ИЗ ПАНЕЛЕЙ СТАЛЬНЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ С МИНЕРАЛОВАТНЫМ УТЕПЛИТЕЛЕМ, ПРОИЗВОДСТВА ООО «ФРОНТСАЙД»

CTO 54610108-005-2018

Дата введения 2018-02-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий документ устанавливает общие требования, порядок теплотехнического расчета наружных стен и покрытий зданий, выполненных с применением трехслойных стеновых и кровельных панелей производства ООО «Фронтсайд».

Содержит основные положения методики теплотехнического расчета наружных стен и покрытий зданий, справочные, информационные материалы, примеры расчетов.

Предназначен для конструкторов, инженерно-технических сотрудников, менеджеров строительных и проектных организаций.

Стандарт разработан в дополнение к СП 50.13330.2012, СП 345.1325800.2017, СП 23-101-2004, ГОСТ Р 54851-2011 .

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

- В настоящем стандарте приведены ссылки на следующие нормативные документы:
- ГОСТ Р 1.0-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения
- ГОСТ Р 1.4–2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения
- ГОСТ Р 54851-2011. Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче
- ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
- ГОСТ 7076-99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме
- ГОСТ 56623-2015. Контроль неразрушающий. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций
- СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23–02–2003
- СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23–01–99*

- СП 345.1325800.2017. Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты
- СП 23-101-2004. Проектирование тепловой зашиты зданий
- ТУ 25.11.23-003-54610108-2017. Панели стальные трехслойные с минераловатным утеплителем. Технические условия

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:
- 3.1 панель стальная трехслойная: Строительный элемент заводского изготовления, состоящий из двух листов обшивки (металл) и слоя утеплителя между ними; все детали панели склеиваются между собой с помощью горячего или холодного прессования.
- **3.2 теплопередача:** Перенос теплоты через ограждающую конструкцию, разделяющую две среды с различной температурой.
- **3.3 тепловой поток:** Количество теплоты, проходящее через конструкцию или среду в единицу времени.
- 3.4 приведенное сопротивление теплопередаче: Показатель, характеризующий способность ограждающей конструкции в целом (или ее фрагмента) сопротивляться прохождению теплового потока при наличии разности температур между двумя средами, разделенных данной конструкцией; физическая величина, характеризующая усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи, численно равная отношению разности температур по разные стороны фрагмента к усредненной по площади плотности потока теплоты через фрагмент.
- 3.5 условное сопротивление теплопередаче: Физическая величина, численно равная приведенному сопротивлению теплопередаче условной ограждающей конструкции, в которой отсутствуют теплотехнические неоднородности.



- 3.6 коэффициент теплопроводности материала: Показатель, характеризующий способность материала переносить (передавать) теплоту за счет теплопроводности под действием разности (градиента) температур на ее поверхностях; зависит от вида материала, его плотности, влажности; различают коэффициент теплопроводности в абсолютно сухом состоянии λ_0 , в условиях эксплуатации «А» λ_A и условиях эксплуатации «Б» λ_5 .
- 3.7 условия эксплуатации ограждающих конструкций: Характеристика совокупности параметров внешней и внутренней среды, оказывающих существенное влияние на влажность материалов ограждающей конструкции
- 3.8 градусо-сутки отопительного периода: Показатель, представляющий собой температурно-временную характеристику района строительства здания и используемый для расчетов потребления топлива и отопительной нагрузки здания в течение отопительного периода.
- 3.9 относительная влажность воздуха: Показатель, характеризующий степень насыщения воздуха водяным паром; численно равен отношению парциального давления водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного водяного пара при той же температуре.
- **3.10 температура точки росы:** Температура, при которой начинается образование конденсата в воздухе с определенной температурой и относительной влажностью.
- 3.11 теплотехнически неоднородный фрагмент ограждающей конструкции (теплотехническая неоднородность): Фрагмент ограждающей конструкции, в котором линии равной температуры располагаются не параллельно друг другу.
- 3.12 удельная потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность: Поток теплоты через линейную теплотехническую неоднородность, отнесенный к единице длины, единице времени и 1 °C.
- 3.13 удельная потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность: Поток теплоты через точечную теплотехническую неоднородность, отнесенный к единице времени и 1 °C.
- 3.14 удельная теплозащитная характеристика здания: Количество теплоты, равное потерям тепловой энергии через теплозащитную оболочку здания единицы отапливаемого объема в единицу времени при перепаде температуры в 1 °C.
- 3.15 удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию

здания: Количество теплоты, равное потребностям в тепловой энергии единицы отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в 1 °C.

- 3.16 отапливаемый объем здания: Объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания стен, покрытий (чердачных перекрытий), перекрытий пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале.
- **3.17 сопротивление воздухопроницанию:** Показатель, характеризующий способность ограждающей конструкции сопротивляться прохождению через нее воздуха под действием перепада давлений.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- **4.1** Номенклатура панелей стальных трехслойных с минераловатным утеплителем, выпускаемых по ТУ 25.11.23-003-54610108-2017, включает:
- трехслойные стеновые панели «Frontbase WP»;
- трехслойные кровельные панели «Front-base RP»;
- трехслойные стеновые панели «Frontbase Aesthetic WP+A»;
- трехслойные стеновые панели «Frontbase Unique WP+U»;
- трехслойные стеновые панели модульной фасадной системы «Fronttop».

Трехслойные панели (далее по тексту «панели») выполняются со стальными обшивками и утеплителем из негорючих минераловатных плит с поперечно ориентированными волокнами на основе пород базальтовой группы, соединенных между собой клеевым швом.

Предназначены для использования в качестве ограждающих конструкций (стеновых и кровельных), внутренних перегородок в жилищногражданском и промышленном строительстве.

По функциональному назначению панели подразделяют на:

- фасадные (стеновые) «Frontbase» типа WP;
- кровельные «Frontbase RP»;
- модульные фасадные системы «Fronttop».

Для изготовления гладких и профилированных обшивок панелей применяется стальной тонколистовой рулонный холоднокатаный прокат из низкоуглеродистой стали с цинковым, алюмоцинковым или другим цинкосодержащим покрытием, нержавеющей стали, толщиной 0,45- 0,7 мм, с защитно-декоративным полимерным покрытием.

В качестве теплоизоляционного слоя (утеплителя) в панелях используются минераловатные плиты на основе пород базальтовой группы на синтетическом связующем.



Коэффициент теплопроводности утеплителя составляет (в сухом состоянии):

- при плотности 95 кг/м³ λ_0 = 0,043 Bт/(м·°C);
- при плотности 110 кг/м³ λ_0 = 0,045 Bт/(м·°C);
- при плотности 120 кг/м³ $\lambda_o = 0.046$ Bт/(м·°C).

Внешний вид и основные геометрические размеры панелей приведены в приложении **A**, приложении **Б**.

Герметизация стыков обеспечивается за счет замковых соединений и применения уплотнительных прокладок или герметиков.

Характеристики и особенности замковых соединений панелей модульной фасадной системы «Fronttop» представлены в приложении **В**.

- **4.2** Толщина утеплителя в стеновых и кровельных панелях составляет:
- «Frontbase WP», «Frontbase RP» 50, 60, 80, 100, 120, 133, 150, 172, 200, 240 мм;
 - «Fronttop» 100, 120, 150, 200 мм.
- **4.3** Крепление панелей к элементам каркаса здания предусмотрено саморезами.

Количество элементов крепления определяется (принимается) на стадии разработки рабочего проекта здания в зависимости от района строительства, шага несущих конструкций, объемно-планировочного решения здания и др.

Характеристики основных конструктивных элементов наружных стен и покрытий, их маркировка, варианты компоновки и типовые решения отдельных узлов представлены в стандартах и альбомах технических решений ООО «Фронтсайд».

- **4.4** В общем случае последовательность теплотехнического расчета наружных стен или покрытий с применением панелей производства ООО «Фронттоп» 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 или покрытия (толщина панелей, элементы каркаса, тип обшивок, шаг крепления к элементам каркаса и др.);
- расчет приведенного сопротивления теплопередаче конструкции - для фасада здания или среднего промежуточного этажа, фрагмента покрытия - с учетом потерь тепла через замковые соединения, стыки, элементы крепления, откосы оконных и (или) дверных проемов;
- оценку температурного режима ограждающих конструкций в местах теплопроводных включений:
- сопоставление расчетных значений с нормируемыми показателями.
- **4.5** Расчет влажностного режима наружных стен и покрытий зданий с применением панелей

не требуется в связи с выполнением обшивок панелей из металла.

4.6 Оценка воздухопроницаемости наружных стен и покрытий проводится в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012.

Результаты испытаний замковых соединений некоторых панелей приведены в приложении **Г**.

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ПОКАЗА-ТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ

- **5.1** При проектировании тепловой защиты зданий нормируемыми показателями (критериями) в соответствии с СП 50.13330.2012 являются:
- величина приведенного сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций $\mathbf{R_o}^{Hopm}$, м² \cdot °С/Вт (поэлементные требования); удельная теплозащитная характеристика
- удельная теплозащитная характеристика здания ${\it k_{o6}}^{mp}$, Bt/(${\it m^{3.0}C}$) (комплексное требование);
- температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций (санитарно-гигиеническое требование).

Следует отметить, что при проектировании тепловой защиты здания согласно СП 50.13330. 2012 нормируется и удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания – q_{om}^{mp} , Вт/(м³.°С). Величина этого показателя определяется с

Величина этого показателя определяется с учетом проектного решения систем отопления и вентиляции здания, эффективности их управления, теплопоступлений от солнечной радиации и т.п. Расчет данного показателя проводится в соответствии с СП 50.13330.2012 и в настоящем СТО не рассматривается.

5.2 Величина приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $\mathbf{R_o}$, \mathbf{M}^2 . $^{\circ}$ С/Вт, должна быть не менее нормируемого значения $\mathbf{R_o}^{hopm}$, определяемого по формуле

$$R_o^{HOPM} = R_o^{mp} \cdot m_p , \qquad (5.1)$$

где R_o^{mp} — базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, м². °C/Вт, принимаемое по табл.3 СП 50.13330.2012 в зависимости от назначения здания, вида конструкции и градусо-суток отопительного периода *ГСОП*;

 m_p - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства (в первом приближении принимается равным 1; допускается снижение значения коэффициента m_p - для наружных стен - до 0,63, для светопрозрачных конструкций – до 0,95, для всех остальных конструкций - до 0,8; указанное снижение величины коэффициента m_p допускается лишь при соответствии проектируемого здания требованиям СП 50.13330.2012 по показателю удельная характеристика расхода



тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания).

Величина *ГСОП*, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$, рассчитывается по формуле

$$\Gamma CO\Pi = (t_{e} - t_{om}) \cdot z_{om} \quad , \tag{5.2}$$

где $t_{\rm e}$ - расчетная температура внутреннего воздуха, °C, принимаемая для расчета ограждающих конструкций групп зданий, указанных в табл.3 СП 50.13330.2012, в частности по поз. 1-по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20-22 °C); по поз. 2 - согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16-21 °C); по поз.3 - по нормам проектирования соответствующих зданий;

 t_{om} , z_{om} - средняя температура наружного воздуха, °C, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по СП 131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °C - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °C - в остальных случаях.

- **5.3** Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания \mathbf{k}_{o6}^{mp} , Bt/(м^{3.9}C), определяется в зависимости от отапливаемого объема здания и ГСОП по табл. 7 СП 50.13330.2012.
- **5.4** Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений (стыков, ребер и др.) $\tau_{\rm e}$, °C, а также в углах и оконных откосах должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха t_p , °C при расчетной температуре наружного воздуха t_μ , °C в холодный период года

$$\tau_{\rm g} \ge t_{\rm p} \ . \tag{5.3}$$

При определении температуры точки росы t_p относительную влажность внутреннего воздуха следует принимать согласно СП 50.13330.2012:

- для помещений жилых зданий, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домовинтернатов 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 %.

Расчетную температуру наружного воздуха в холодный период года t_{H} °C , для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, следует принимать равной средней температуре наиболее хо-

лодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.2012.

Значения температур точки росы t_p для некоторых значений температур t_e и относительной влажности φ_e внутреннего воздуха помещений приведены в приложении $\mathbf{Д}$.

6 РАСЧЕТ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВ-ЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

6.1 Выбор (задание) конструктивного решения стены

- **6.1.1** Принципиальное конструктивное решение наружных стен и покрытий с применением трехслойных панелей производства ООО «Фронтсайд» принимается (задается) на стадии подготовки исходных данных для проектирования и в дальнейшем, при разработке проектной документации, может уточняться и детализироваться.
- **6.1.2** Требуемая толщина панелей в первом приближении (при выборе конструктивного решения стены или покрытия) может приниматься на основе сопоставления справочных значений приведенного сопротивления теплопередаче панелей $\mathbf{R_o}^{np}$, м².°С/Вт, представленных в таблице 6.1 таблице 6.5, с нормируемыми значениями $\mathbf{R_o}^{nopm}$, м².°С/Вт, определенными согласно п. 5.2 данного СТО.

Должно выполняться условие

$$R_o^{np} > R_o^{Hopm}$$
. (6.1)

С учетом возможного снижения величины приведенного сопротивления теплопередаче вследствие дополнительных потерь тепла через оконные или дверные откосы для наружных стен рекомендуется принимать толщину панелей (по таблице 1 — таблице 4) из условия

$$R_o^{np} > 1.05 \cdot R_o^{HOPM}$$
. (6.2)

6.1.3 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче конструкций на стадии разработки рабочей документации проводится в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 для фасада или промежуточного этажа здания - с учетом планировочных решений (размеров панелей), размещения и размеров оконных и дверных проемов, крепления панелей к элементам каркаса здания, конструктивного решения их замковых соединений и др.

Методика расчета приведенного сопротивления теплопередаче для фасада здания или среднего промежуточного этажа приведена в п.6.2.

По результатам расчета конструктивное решение панелей, принятое первоначально, может уточняться.



Таблица 6.1 Приведенное сопротивление теплопередаче панелей модульной фасадной системы **«Fronttop»**

	Наименование показателя					
Толщина панели, мм	Условное сопротивление теплопередаче панели R _o ^{усл} , м ² .°C/Вт, для условий эксплуатации		панели, теплопередаче панели $\mathbf{R_o}^{\mathbf{ycn}}$, $\mathbf{M^2} \cdot ^{\circ}\mathbf{C}/\mathbf{BT}$, тег		Приведенное с теплопередаче пан для условий з	ели R₀^{пр}, м².°С/Вт,
	« A »	«Б»	« A »	«Б»		
100	2,45	2,30	2,29 2,31	2,18 2,21		
120	2,92	2,74	2,72 2,77	2,55 2,60		
150	3,61	3,39	3,41 3,48	3,20 3,27		
200	4,78	4,48	4, 55 4,63	4, 28 4,36		

Примечание. Величины приведенного сопротивления теплопередаче в таблице определены для панелей длиной от 1000 мм (минимальное значение) до 7000 мм (максимальное значение) с учетом линейных неоднородностей в виде замковых соединений и точечных неоднородностей в виде элементов крепления в количестве 3 шт. по стыку.

Таблица 6.2 Приведенное сопротивление теплопередаче стеновых панелей **«Frontbase WP»**

приведенное сопротивление теплопередаче стеновых панелеи «Frontbase WF»						
	Наименование показателя					
Толщина	Условное сопротивление		Приведенное с			
панели,	теплопередаче пан		теплопередаче пан			
MM	для условий э	ксплуатации	для условий з	эксплуатации		
	« A »	«Б»	« A »	«Б»		
50	1,29	1,21	1,26	1,19		
60	1,52	1,43	1,49	1,40		
80	1,99	1,87	1,96	1,84		
100	2,45	2,30	2,41	2,26		
120	2,92	2,74	2,87	2,68		
133	3,22	3,02	3,17	2,96		
150	3,61	3,39	3,55	3,31		
172	4,13	3,87	4,06	3,80		
200	4,78	4,48	4,69	4,40		
240	5,71	5,34	5,59	5,24		

Примечание. Величина приведенного сопротивления теплопередаче в таблице определена для панелей длиной 6000 мм с учетом линейных неоднородностей в виде замковых соединений и точечных неоднородностей в виде элементов крепления (саморезов) в количестве 6 шт.

Таблица 6.3 Приведенное сопротивление теплопередаче кровельных панелей **«Frontbase RP»**

приведенное сопротивление теплопередаче кровельных панелей «Frontbase RP»						
	Наименование показателя					
Толщина	Условное со	противление	Приведенное со	опротивление		
панели,	теплопередаче пан	іели R₀^{усл}, м².°С/В т,	теплопередаче пан	ели R₀^{пр}, м².°С/Вт,		
MM	для условий э	ксплуатации	для условий э	ксплуатации		
	« A »	«Б»	« A »	«Б»		
50	1,29	1,21	1,27	1,20		
60	1,52	1,43	1,50	1,43		
80	1,99	1,87	1,98	1,85		
100	2,45	2,30	2,42	2,27		
120	2,92	2,74	2,87	2,70		
133	3,22	3,02	3,18	2,98		
150	3,61	3,39	3,56	3,28		
172	4,13	3,87	4,08	3,81		
200	4,78	4,48	4,71	4,42		
240	5,71	5,34	5,61	5,26		

Примечание. Величина приведенного сопротивления теплопередаче в таблице определена для панелей длиной 6000 мм с учетом линейных неоднородностей в виде замковых соединений и точечных неоднородностей в виде элементов крепления (саморезов) в количестве 6 шт.



Таблица 6.4

Приведенное сопротивление теплопередаче стеновых панелей «Frontbase Unique WP+U»

	Наименование показателя						
Толщина	Условное со		Приведенное сопротивление				
панели,	теплопередаче пан	ели R₀^{усл}, м².° С/Вт,	теплопередаче пан	ıели R₀^{пр}, м².°С/Вт ,			
ММ	для условий э	ксплуатации	для условий з	эксплуатации			
	« A »	«Б»	« A »	«Б»			
50	1,29	1,21	1,161,24	1,101,16			
60	1,52	1,43	1,38 1,47	1,291,38			
80	1,99	1,87	1,79 1,94	1,691,83			
100	2,45	2,30	2,17 2,34	2,052,25			
120	2,92	2,74	2,56 2,82	2,412,63			
133	3,22	3,02	2,81 3,11	2,642,91			
150	3,61	3,39	3,13 3,49	2,963,36			
172	4,13	3,87	3,57 4,01	3,373,73			
200	4,78	4,48	4,12 4,64	3,88 4,36			
240	5,71	5,34	4,95 5,54	4,66 5,20			

Примечание. Величина приведенного сопротивления теплопередаче в таблице определена для панелей для панелей длиной от 1000 мм (минимальное значение) до 7000 мм (максимальное значение) с учетом линейных неоднородностей в виде замковых соединений и точечных неоднородностей в виде элементов крепления (саморезов) в количестве 6 шт.

Таблица 6.5 Приведенное сопротивление теплопередаче стеновых панелей **«Frontbase Aesthetic WP+A»**

приведенное сопротивление теплопередаче стеновых панелей «Frontbase Aesthetic WF+A»						
	Наименование показателя					
Толщина		противление	Приведенное с			
панели,	теплопередаче пан	іели R₀^{усл}, м².° С/Вт,	теплопередаче пан	ели R₀^{пр}, м².°С/Вт,		
MM	для условий э	ксплуатации	для условий з	ксплуатации		
	« A »	«Б»	« A »	«Б»		
50	1,29	1,21	1,24	1,16		
60	1,52	1,43	1,47	1,37		
80	1,99	1,87	1,94	1,82		
100	2,45	2,30	2,39	2,24		
120	2,92	2,74	2,84	2,67		
133	3,22	3,02	3,13	2,95		
150	3,61	3,39	3,50	3,30		
172	4,13	3,87	4,02	3,79		
200	4,78	4,48	4,66	4,36		
240	5,71	5,34	5,56	5,20		

Примечание. Величина приведенного сопротивления теплопередаче в таблице определена для панелей длиной 6000 мм с учетом линейных неоднородностей в виде замковых соединений и точечных неоднородностей в виде элементов крепления (саморезов) в количестве 6 шт.

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

6.2.1 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен R_o^{np} , м^{2.°}С/Вт, согласно СП 50.13330.2012, ГОСТ Р 54851 должен выполняться с учетом теплотехнических неоднородностей.

Согласно СП 50.13330.2012 «...Расчет основан на представлении фрагмента теплозащитной оболочки здания в виде набора независимых элементов, каждый из которых влияет на тепловые потери через фрагмент. Удельные потери теплоты, обусловленные каждым элементом, находятся на основе сравнения потока теплоты через узел, содержащий элемент, и через тот же узел, но без исследуемого элемента».

Применительно к фрагментам наружных стен, покрытий зданий площадью $\mathbf{A_o}$, м², расчет их приведенного сопротивления теплопередаче может быть выполнен по формуле

$$R_o^{np} = \frac{A_o}{A_o/R_o^{ycn} + \sum (\Psi_i \cdot L_i) + \sum (\chi_k \cdot n_k)}, \quad (6.3)$$

где A_o — общая площадь рассчитываемой конструкции, м²;

 R_o^{ycn} — условное сопротивление теплопередаче рассчитываемой конструкции (без учета теплопроводных включений), м².°C/Вт;

 Ψ_i — величина удельных потерь теплоты через **i**-ю линейную теплотехническую неоднородность, Bт/м.°C;

 L_i — длина *i-*й линейной теплотехнической неоднородности, м;



- $\chi_{\mathbf{k}}$ величина удельных потерь теплоты через \mathbf{k} -ю точечную теплотехническую неоднородность, Bt/°C;
- ${\it n_k}$ количество ${\it k}$ -х точечных теплотехнических неоднородностей.

Для зданий, возводимых из панелей ООО «Фронтсайд», теплотехническими неоднородностями являются:

- вертикальные и (или) горизонтальные стыки панелей;
 - элементы крепления;
 - оконные и дверные откосы.
- **6.2.2** Величина условного сопротивления теплопередаче R_o^{ycn} конструкции (стеновой панели) рассчитывается по формуле

$$R_o^{ycn} = 1/\alpha_e + \Sigma (\delta_i/\lambda_i) + 1/\alpha_H$$
, (6.4)

где α_e – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции Вт/(м².°С), принимаемый по табл.4 СП 50.13330. 2012;

- $\alpha_{\rm H}$ коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Bt/(м $^2\cdot$ °C), принимаемый по табл.6 СП 50.13330. 2012;
- δ_i , λ_i толщина, м, и расчетный коэффициент теплопроводности, $Bt/(M^{\circ}C)$, материалов, входящих в состав конструкции.
- **6.2.3** Значения удельных потерь теплоты через линейные и точечные теплотехнические неоднородности определяются на основании расчета температурных полей конструкции с применением специальных компьютерных программ.

Для стеновых и кровельных панелей, производства ООО «Фронтсайд», значения линейных и точечных неоднородностей рассчитаны по программе трехмерных температурных полей и представлены в таблице 6.6 – таблице 6.10.

Методика расчета удельных потерь теплоты через линейные и точечные теплотехнические неоднородности приведена в приложении **E**. Примеры расчетов приведены в приложении **Ж**.

- **6.2.4** Последовательность расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены для фасада или промежуточного этажа здания включает:
- определение влажностного режима помещений проектируемого здания (согласно п.4.2 СП 50.13330.2012) в зависимости от назначения здания и расчетных параметров внутренней среды;
- определение зоны влажности района строительства (согласно приложения В СП 50.13330. 2012);
- определение условий эксплуатации ограждающих конструкций (согласно п.4.4 СП 50.13330.2012) - «А» или «Б»;
- определение расчетных коэффициентов теплопроводности материалов конструкции (при-

нимаются по результатам испытаний или справочному приложению Т СП 50.13330.2012);

- расчет условного сопротивления теплопередаче стеновой панели R_o^{ycn} (согласно п.6.2.2 данного СТО); величина условного сопротивления теплопередаче панелей может быть принята по данным таблиц 6.1 6.4;
- определение площади рассчитываемой конструкции (фасада или среднего промежуточного этажа):
- определение типа и количества точечных неоднородностей;
- определение типа и длины линейных неоднородностей;
- определение удельных потерь теплоты через линейные Ψ_i и точечные неоднородности χ_k ; (см. таблица 6.5 таблица 6.8);
- расчет величины приведенного сопротивления теплопередаче рассчитываемой конструкции R_o^{np} (фасада или среднего промежуточного этажа) по формуле 6.2;
 - сопоставление величины R_o^{np} и $R_o^{нopm}$; Должно выполняться условие

$$R_o^{np} \geq R_o^{Hopm}$$
. (6.5)

Примеры расчета величины приведенного сопротивления теплопередаче для некоторых вариантов наружных стен и покрытий зданий приведены в приложении **И**.

7 ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КОНСТРУКЦИЙ

7.1 Температура внутренней поверхности ограждающих конструкции в зоне теплопроводных включений (стыков, ребер и др.), а также в углах и оконных откосах $\tau_{\rm e}$, °C, определяется по результатам расчета двухмерных или трехмерных температурных полей при расчетных температурах наружного $t_{\rm e}$ и внутреннего $t_{\rm e}$ 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 $\tau_{\rm e}$ с температурой точки росы $t_{\rm p}$, определенной при расчетной влажности внутреннего воздуха $\varphi_{\rm e}$ согласно п.5.4.

- **7.2** 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 простенка



до оси оконного проема, или по осям оконных или дверных проемов;

- для узлов сопряжения наружных стен с совмещенным покрытием, цокольным перекрытием, наружных выступающих углов и т.п. на расстояние не менее 5 толщин конструкции в каждую сторону от внутренней поверхности сопряжения конструкций.
- 7.3 Для ограждающих конструкций, содержащих оконные или дверные проемы, расчеты следует проводить с учетом заполнения этих проемов; при этом оконные или дверные блоки могут быть представлены в виде пластин с заданными коэффициентами теплопроводности;
- **7.4** Ограждающие конструкции, включающие плиты перекрытий, перегородки, колонны и т.п. следует рассчитывать с учетом этих элементов, принимая их размеры согласно п.7.2.

Примеры расчета температурного режима некоторых узлов зданий из панелей ООО «Фронтсайд» приведены в приложении **К**.

8 РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ

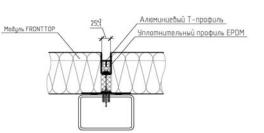
- **8.1.** Удельная теплозащитная характеристика здания k_{o6} , Bt/(м^{3.°}C), рассчитывается с учетом приведенного сопротивления теплопередаче всех ограждающих конструкций (стен, покрытия, окон, дверей и пр.) и геометрических размеров проектируемого здания, в соответствии с СП 50.13330. 2012.
- **8.2.** Величина удельной теплозащитной характеристики должна быть не больше нормируемого значения

$$\mathbf{k}_{o6} \leq \mathbf{k}_{o6}^{mp}. \tag{7.1}$$

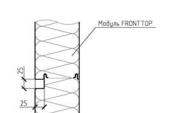
Таблица 6.6 Значения удельных потерь теплоты через линейные и точечные теплотехнические неоднородности панелей модульной фасадной системы **«Fronttop»**

		ателя			
Толщина	Условное со-	Удельные потер техни	Удельные потери теплоты че-		
панели,	противление теплопередаче панели R_o^{усл}, м ² .°C/Вт	в виде горизон- тального замко- вого стыка ψ₁, Вт/м⋅°С	в виде верти- кального стыка ψ₂ , Вт/м.°С	в виде оконного (дверного) откоса ψ ₃ , Вт/м⋅°С	рез точечную теплотехниче- скую неоднород- ность в виде элемента креп- ления ҳ, Вт/°С
		Условия	эксплуатации « A »		
100	2,45	0,0144	0,0485	0,0300	0,0036
120	2,92	0,0110	0,0360	0,0335	0,0034
150	3,61	0,0060	0,0176	0,0386	0,0030
200	4,78	0,0037	0,0093	0,0456	0,0026
		Условия	эксплуатации « Б »		
100	2,30	0,0153	0,0507	0,0306	0,0035
120	2,74	0,0115	0,0379	0,0342	0,0033
150	3,39	0,0063	0,0186	0,0398	0,0030
200	4,48	0,0035	0,0088	0,0465	0,0026





Вертикальный стык (ψ_2)



Горизонтальный стык (ψ₁)



Таблица 6.7 Значения удельных потерь теплоты через линейные и точечные теплотехнические неоднородности сте-

		Hai	именование показа	ателя	
Толщина	Условное со-	Удельные поте- ри теплоты че-			
панели, мм	противление теплопередаче стеновой пане- ли R _o ^{усл} , м ² ·°C/Вт	в виде горизон- тального замко- вого стыка ψ ₁ , Вт/м.°С	в виде верти- кального стыка ψ ₂, Вт/м.°С	в виде оконного (дверного) откоса ψ ₃, Вт/м.°С	рез точечную теплотехниче- скую неодно- родность в виде элемента креп- ления χ , Вт/°С
		Условия з	эксплуатации « A »	1	1
50	1,29	0,0120	0,00105	0,0189	0,00415
60	1,52	0,0090	0,00104	0,0211	0,00404
80	1,99	0,0041	0,00102	0,0258	0,00381
100	2,45	0,0027	0,00100	0,0300	0,00358
120	2,92	0,0023	0,00098	0,0335	0,00335
133	3,22	0,0021	0,00097	0,0351	0,00320
150	3,61	0,0019	0,00095	0,0386	0,00301
172	4,13	0,0015	0,00093	0,0416	0,00284
200	4,78	0,0011	0,00091	0,0456	0,00263
240	5,71	0,0012	0,00087	0,0501	0,00232
		Условия з	эксплуатации « Б »		
50	1,21	0,0127	0,00111	0,0194	0,00409
60	1,43	0,0098	0,00110	0,0214	0,00398
80	1,87	0,0048	0,00108	0,0261	0,00376
100	2,30	0,0032	0,00106	0,0306	0,00354
120	2,74	0,0028	0,00104	0,0342	0,00332
133	3,02	0,0024	0,00103	0,0358	0,00318
150	3,39	0,0021	0,00101	0,0398	0,00299
172	3,87	0,0019	0,00099	0,0426	0,00282
200	4,48	0,0013	0,00096	0,0465	0,00261
240	5,34	0,0011	0,00092	0,0518	0,00231
Горизонтальный замковый Вертикальный стык (ψ₂) стык (ψ₁)					
Элемент крепления ———————————————————————————————————					



Таблица 6.8 Значения удельных потерь теплоты через линейные и точечные теплотехнические неоднородности кровельных панелей **«Frontbase RP»**

	Наименование показателя				
Толщина	Условное со-	Удельные потери ниче	Удельные потери теплоты че-		
панели, мм	противление теплопередаче стеновой панели R₀ ^{усл} , м².°С/Вт	в виде горизон- тального замко- вого стыка ψ 1, Вт/м.°С	в виде верти- кального стыка ψ ₂, Вт/м.°С	в виде оконного (дверного) откоса ψ ₃, Вт/м.°С	рез точечную теплотехниче- скую неодно- родность в виде элемента креп- ления χ, Вт/°С
		Условия з	эксплуатации « A »		
50	1,29	0,00520	0,00105	0,0189	0,00415
60	1,52	0,00450	0,00104	0,0211	0,00404
80	1,99	0,00300	0,00102	0,0258	0,00381
100	2,45	0,00160	0,00100	0,0300	0,00358
120	2,92	0,00100	0,00098	0,0335	0,00335
133	3,22	0,00082	0,00097	0,0351	0,00320
150	3,61	0,00061	0,00095	0,0386	0,00301
172	4,13	0,00043	0,00093	0,0416	0,00284
200	4,78	0,00028	0,00091	0,0456	0,00263
240	5,71	0,00017	0,00087	0,0501	0,00232
		Условия з	жсплуатации « Б »		
50	1,21	0,00550	0,00107	0,0194	0,00409
60	1,43	0,00470	0,00106	0,0214	0,00398
80	1,87	0,00320	0,00104	0,0261	0,00376
100	2,30	0,00180	0,00102	0,0306	0,00354
120	2,74	0,00110	0,00100	0,0342	0,00332
133	3,02	0,00090	0,00099	0,0358	0,00318
150	3,39	0,00070	0,00097	0,0398	0,00299
172	3,87	0,00050	0,00095	0,0426	0,00282
200	4,48	0,00030	0,00093	0,0465	0,00261
240	5,34	0,00020	0,00089	0,0518	0,00231



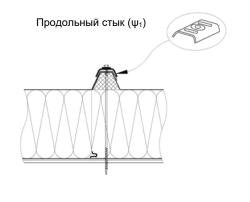




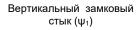
Таблица 6.9 Значения удельных потерь теплоты через линейные и точечные теплотехнические неоднородности стеновых панелей **«Frontbase Unique WP+U»**

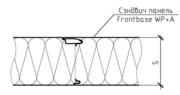
	новых панелеи «rrontbase Unique wp+u» Наименование показателя						
Толщина	Условное со-	Удельные потери ниче	Удельные потери теплоты че-				
панели, мм	противление теплопередаче стеновой панели R_o^{усл} , м ² .°C/Вт	в виде горизон- тального замко- вого стыка ψ₁, Вт/м⋅°С	в виде верти- кального стыка ψ ₂, Вт/м.°С	в виде оконного (дверного) откоса ψ ₃, Вт/м·°С	рез точечную теплотехниче- скую неодно- родность в виде элемента креп- ления ҳ, Вт/°С		
		Условия з	эксплуатации « A »	l			
50	1,29	0,0283	0,00658	0,0189	0,00415		
60	1,52	0,0241	0,00511	0,0211	0,00404		
80	1,99	0,0192	0,00442	0,0258	0,00381		
100	2,45	0,0144	0,00300	0,0300	0,00358		
120	2,92	0,0110	0,00236	0,0335	0,00335		
133	3,22	0,0091	0,00196	0,0351	0,00320		
150	3,61	0,0063	0,00140	0,0386	0,00301		
172	4,13	0,0047	0,00110	0,0416	0,00284		
200	4,78	0,0037	0,00072	0,0456	0,00263		
240	5,71	0,0024	0,00036	0,0501	0,00232		
	,		 эксплуатации « Б »	,	,		
50	1,21	0,0356	0,00704	0,0194	0,00409		
60	1,43	0,0312	0,00525	0,0214	0,00398		
80	1,87	0,0202	0,00446	0,0261	0,00376		
100	2,30	0,0150	0,00330	0,0306	0,00354		
120	2,74	0,0115	0,00258	0,0342	0,00332		
133	3,02	0,0095	0,00218	0,0358	0,00318		
150	3,39	0,0066	0,00160	0,0398	0,00299		
172	3,87	0,0051	0,00128	0,0426	0,00282		
200	4,48	0,0035	0,00084	0,0465	0,00261		
240	5,34	0,0028	0,00042	0,0518	0,00231		
	Вертикальный сты		·	Горизонтальный замков стык (ψ₁)			
1							



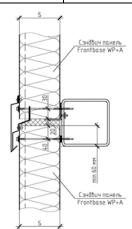
Таблица 6.10 Значения удельных потерь теплоты через линейные и точечные теплотехнические неоднородности стеновых панелей **«Frontbase Aesthetic WP+A »**

					стеновых панелеи «Frontbase Aestnetic WP+A »					
		Ha	аименование показ	зателя						
Толщина панели, мм	Условное со-	Удельные потери теплоты через								
	противление теплопередаче стеновой пане- ли R _o ^{усл} , м ² .°C/Вт	в виде верти- кального зам- кового стыка ψ 1, Вт/м.°С	в виде горизон- тального стыка ψ ₂, Вт/м.°С	в виде оконного (дверного) откоса ψ ₃, Вт/м⋅°С	точечную теплотехническую неоднородность в виде элемента крепления χ , $Bt/^{\circ}C$					
		Условия	эксплуатации « А х	»						
50	1,29	0,02830	0,00105	0,0189	0,00415					
60	1,52	0,02410	0,00104	0,0211	0,00404					
80	1,99	0,01520	0,00102	0,0258	0,00381					
100	2,45	0,00700	0,00100	0,0300	0,00358					
120	2,92	0,00520	0,00098	0,0335	0,00335					
133	3,22	0,00460	0,00097	0,0351	0,00320					
150	3,61	0,00400	0,00095	0,0386	0,00301					
172	4,13	0,00350	0,00093	0,0416	0,00284					
200	4,78	0,00280	0,00091	0,0456	0,00263					
240	5,71	0,00190	0,00087	0,0501	0,00232					
		Условия	эксплуатации « Б »							
50	1,21	0,0300	0,00111	0,0194	0,00409					
60	1,43	0,0257	0,00110	0,0214	0,00398					
80	1,87	0,0170	0,00108	0,0261	0,00376					
100	2,30	0,0083	0,00106	0,0306	0,00354					
120	2,74	0,0063	0,00104	0,0342	0,00332					
133	3,02	0,0056	0,00103	0,0358	0,00318					
150	3,39	0,0047	0,00101	0,0398	0,00299					
172	3,87	0,0042	0,00099	0,0426	0,00282					
200	4,48	0,0034	0,00096	0,0465	0,00261					
240	5,34	0,0025	0,00092	0,0518	0,00231					





Горизонтальный стык (ψ_2)





ПРИЛОЖЕНИЯ



ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

ВНЕШНИЙ ВИД ТРЕХСЛОЙНЫХ СТЕНОВЫХ И КРОВЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ООО «ФРОНТСАЙД»

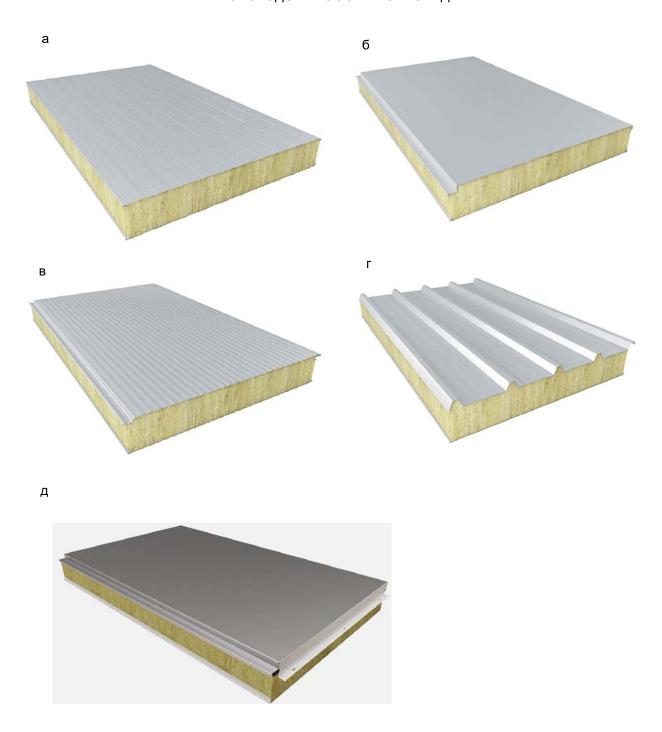


Рисунок А.1 - Внешний вид трехслойных панелей производства ООО «Фронтсайд»: а – стеновые панели «Frontbase WP»; б - стеновые панели «Frontbase Unique WP+U; в - стеновые панели «Frontbase Aesthetic WP+A»; г - кровельные панели «Frontbase RP»; д - стеновые панели модульной фасадной системы «Fronttop»



Приложение Б (справочное)

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ СТЕНОВЫХ И КРОВЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ООО «ФРОНТСАЙД»*

Nº			Размеры, мм	
п/п	Наименование панелей	Длина**	Рабочая ширина	Условная толщи- на
1	Стеновые панели «Frontbase WP»	2000-13000	900 - 1200	50 60 80 100 120 133 150 172 200 240
2	Кровельные панели «Frontbase RP»	2000-13000	1000	50 60 80 100 120 133 150 172 200 240
3	Стеновые панели «Frontbase Unique WP+U »	1000-7000	900 - 1200	50 60 80 100 120 133 150 172 200 240
4	Стеновые панели «Frontbase Aesthetic WP+A»	2000-13000	1000	50 60 80 100 120 133 150 172 200 240
5	Стеновые панели модульной фасадной системы «Fronttop»	1000-7000	900-1200	100 120 150 200

^{*} Размеры приведены в соответствии с ТУ 25.11.23-003-54610108-2017 «Панели стальные трехслойные с минераловатным утеплителем. Технические условия».

** По согласованию между изготовителем и заказчиком допускается изготовление панелей размерами, отличающимися от ука-

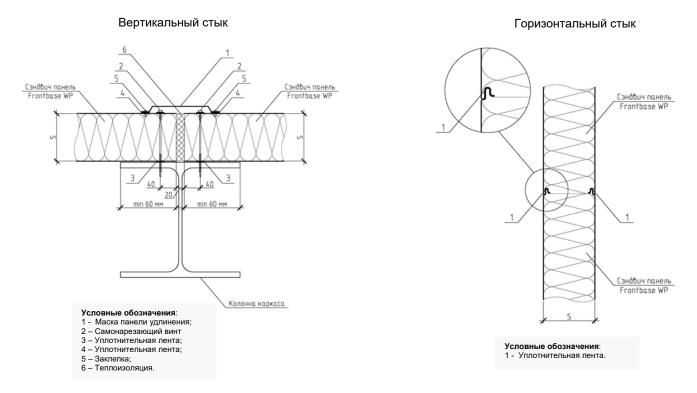
занных в таблице.



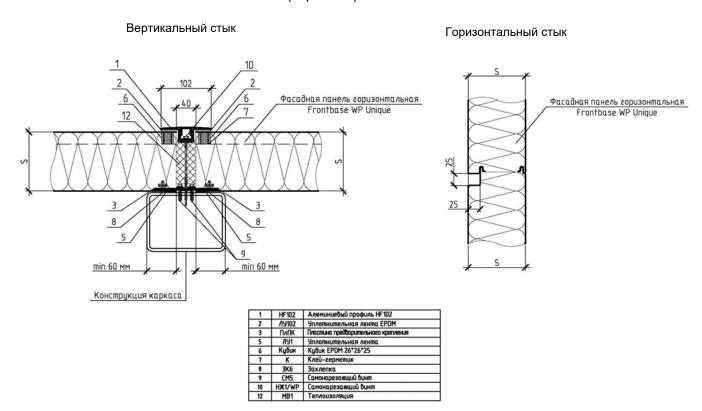
Приложение В (справочное)

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ СТЫКОВ И ЗАМКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПАНЕЛЕЙ

В.1 Конструктивное решение стыков и замковых соединений панелей «Frontbase WP»

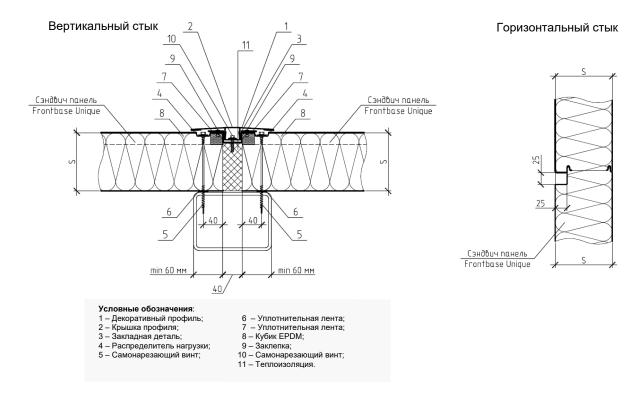


В.2 Конструктивное решение стыков и замковых соединений панелей «Frontbase Unique WP+U» (вариант 1)

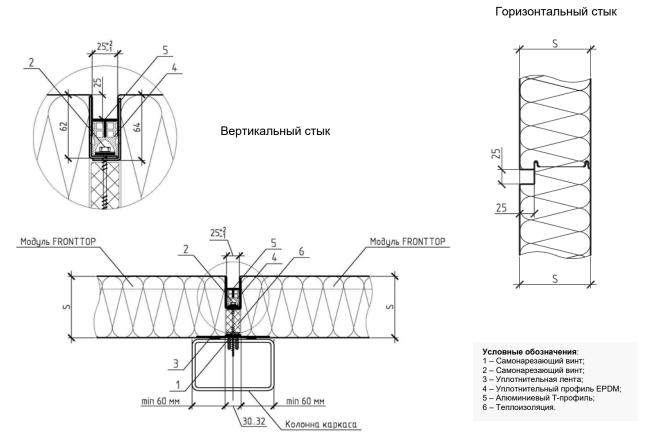




В.3 Конструктивное решение стыков и замковых соединений панелей «Frontbase Unique WP+U» (вариант 2)



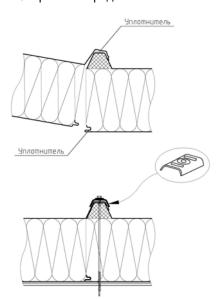
В.4 Конструктивное решение стыков и замковых соединений панелей модульной фасадной системы «Fronttop»



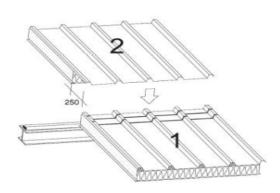


В.5 Конструктивное решение стыков и замковых соединений панелей «Frontbase RP»

Устройство продольных стыков

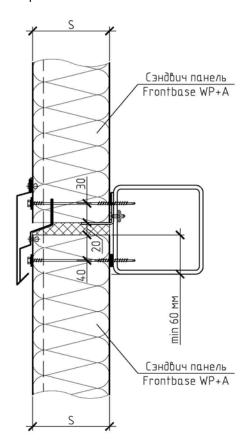


Устройство поперечных стыков

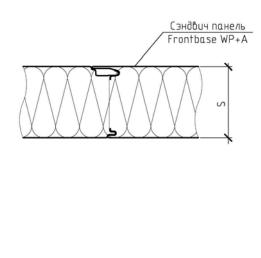


В.6 Конструктивное решение стыков и замковых соединений панелей «Frontbase Aesthetic WP+A»

Горизонтальный стык



Вертикальный стык





Приложение Г (справочное)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ СТЫКОВ

Испытания стыков стеновых и кровельных панелей по показателю воздухопроницаемость проведены по методике ГОСТ 26606.2-99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водопроницаемости».

Испытываемые образы выполнены в виде двух фрагментов панелей, состыкованных в центральной части (по длинной стороне) замковым соединением.

Торцевые участки панелей изолированы.

Размеры испытываемых образцов – 1000×1500 (h) мм

Испытания проведены для образцов панелей толщиной 150 мм в следующем исполнении:

- стеновые панели «Frontbase WP» с уплотнительной лентой во внутреннем замке;
- кровельные панели «Frontbase RP» с уплотнительной лентой.

Основные результаты испытаний приведены в таблице Г.1, таблице Г.2.

Графическое представление результатов испытаний представлено на рис. Г1, рис.Г2 в виде зависимости воздухопроницаемости стыка от разности давлений воздуха по обе стороны образца.

Таблица Г.1. Результаты испытаний образца стеновых панелей «Frontbase WP» с уплотнительной лентой во внутреннем замке

BO BHY I PERHEW SAWKE									
D		Объемный	Массовый	Воздухопроницаемость					
Разность давлений Δ Р , Па	Время воз- действия t, с	расход воздуха Q _в , м ³ /ч	расход воздуха G _в , кг/ч	объёмная Q₁, м³/(м²⋅ч)	объёмная Q ₂, м³/(м ⋅ ч)	массовая G , кг/(м · ч)			
9,2	600	0,011	0,013	-	0,008	0,009			
51,1	600	0,060	0,073	-	0,043	0,052			
99,9	600	0,104	0,126	-	0,074	0,090			
144,1	600	0,140	0,169	-	0,100	0,121			
201,8	600	0,172	0,208	-	0,123	0,149			
297,8	600	0,234	0,282	-	0,167	0,202			
402,1	600	0,290	0,350	-	0,207	0,250			
498,7	600	0,364	0,439	-	0,260	0,314			
610,3	600	0,394	0,476	-	0,282	0,340			
699,7	600	0,431	0,520	-	0,308	0,372			
698,5	600	0,427	0,515	ı	0,305	0,368			
603,3	600	0,372	0,448	-	0,265	0,320			
504,1	600	0,321	0,387	ı	0,229	0,277			
395,8	600	0,267	0,322	-	0,190	0,230			
303,0	600	0,218	0,263	-	0,156	0,188			
195,1	600	0,164	0,197	-	0,117	0,141			
155,8	600	0,139	0,167	-	0,099	0,119			
103,4	600	0,100	0,121	-	0,072	0,087			
50,2	600	0,058	0,069	-	0,041	0,050			
9,7	600	0,013	0,016	-	0,009	0,011			

Воздухопроницаемость испытанного стыка стеновых панелей «Frontbase WP» с уплотнительной лентой при разности давлений на внутренней и наружной поверхности $\Delta p = 10$ Па составляет G = 0.01 кг/(м· ч). Показатель режима фильтрации n = 0.82.

Уравнение фильтрации воздуха через стык стеновых панелей с лентой во внутреннем замке $G = 0.0018 \ \Delta p^{0.82} \ (\Delta p \ в \ \Pi a).$



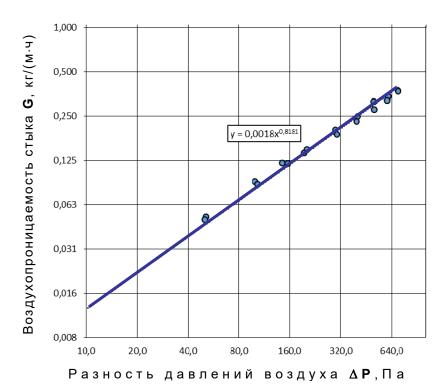


Рисунок Г.1- Зависимость воздухопроницаемости стыка стеновых панелей «Frontbase WP» от разности давлений

Таблица Г.2 Результаты испытаний образца кровельных панелей «Frontbase RP» с уплотнительной лентой

лентои								
Decue	,	Объемный	Массовый	Воздухопроницаемость				
Разность давлений ∆Р , Па	лений ∆Р , действия t, воздуха		воздуха G _в ,	объёмная Q₁, м³/(м²⋅ч)	объёмная Q ₂, м³/(м ⋅ ч)	массовая G , кг/(м · ч)		
10,0	600	0,075	0,091	-	0,054	0,065		
49,3	600	0,319	0,385	-	0,228	0,275		
99,7	600	0,594	0,717	-	0,424	0,512		
157,1	600	0,861	1,040	-	0,615	0,743		
201,3	600	1,033	1,247	-	0,738	0,890		
290,5	600	1,365	1,647	-	0,975	1,177		
405,2	600	1,730	2,087	-	1,235	1,491		
499,2	600	2,024	2,442	-	1,445	1,744		
597,9	600	2,348	2,833	-	1,677	2,024		
697,1	600	2,677	3,231	-	1,912	2,308		
702,1	600	2,702	3,261	-	1,930	2,329		
600,2	600	2,417	2,917	-	1,726	2,084		
490,0	600	2,090	2,523	-	1,493	1,802		
398,5	600	1,788	2,157	-	1,277	1,541		
300,7	600	1,443	1,741	-	1,031	1,244		
201,4	600	1,079	1,302	-	0,770	0,930		
149,1	600	0,858	1,036	-	0,613	0,740		
100,0	600	0,618	0,745	-	0,441	0,532		
49,4	600	0,349	0,421	-	0,249	0,301		
10,3	600	0,086	0,104	-	0,062	0,074		



Воздухопроницаемость испытанного стыка стеновых панелей «Frontbase RP» с уплотнительной лентой при разности давлений на внутренней и наружной поверхности $\Delta p = 10$ Па составляет G = 0.07 кг/(м· ч). Показатель режима фильтрации n = 0.82.

Уравнение фильтрации воздуха через стык стеновых панелей $G = 0.0113 \, \Delta p^{0.82} \, (\Delta p \, B \, \Pi a)$.

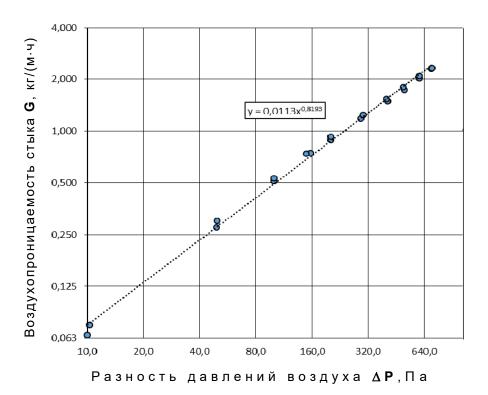


Рисунок Г.2 - Зависимость воздухопроницаемости стыка кровельных панелей «Frontbase RP» от разности давлений



Приложение Д (справочное)

ТЕМПЕРАТУРА ТОЧКИ РОСЫ t_p ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУР $t_{ m e}$ И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА $arphi_{ m e}$ *

t _{int,}	Относительная влажность воздуха $ \pmb{\varphi}_{ ext{int}} $, %										
°C	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
* 25	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.



ПРИЛОЖЕНИЕ **Е** (справочное)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ УДЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

При проведении расчетов приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в соответствии с СП 50.13330.2012, ГОСТ Р 54851-2011 удельные потери теплоты через линейные теплотехнические неоднородности ограждающих конструкций зданий учитываются показателем Ψ , Вт/(м·°C), удельные потери теплоты через точечные теплотехнические неоднородности ограждающих конструкций учитываются показателем χ , Вт/°C.

Величины удельных потерь теплоты через линейные или точечные теплотехнические неоднородности того или иного вида определяются по результатам расчета трехмерных температурных полей соответствующих фрагментов ограждающих конструкций при заданных температурах наружного $t_{\rm H}$ и внутреннего $t_{\rm R}$ воздуха.

Размеры фрагментов ограждающих конструкций при определении величин Ψ и χ принимаются с учетом расположения неоднородностей того или иного вида в ограждающей конструкции.

Величина удельных потерь теплоты через линейные теплотехнические неоднородности рассчитывается по формуле

$$\Psi = \Delta Q_i / [L \cdot (t_e - t_H)], \qquad (E.1)$$

где t_{e} , t_{μ} - расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха, °C;

L – длина рассчитываемого фрагмента конструкции (в направлении расположения линейной неоднородности), м;

 ΔQ_{j} – дополнительные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность, Вт, определяемые по формуле

$$\Delta Q_j = Q_{j,1} - Q_{j,2}; \tag{E.2}$$

где $Q_{j,1}$ - потери теплоты через рассчитываемый фрагмент конструкции с линейной теплотехнической неоднородностью, Вт, определяемые по результатам расчета трехмерного температурного поля;

 $Q_{j,2}$ - потери теплоты через рассчитываемый фрагмент конструкции без учета линейной теплотехнической неоднородности, Вт, определяемые по результатам расчета трехмерного температурного поля (соответствует потерям теплоты при условном сопротивлении теплопередаче конструкции).

При расчете удельных потерь теплоты через линейные теплотехнические неоднородности в виде оконных и (или) дверных откосов дополнительные потери теплоты ΔQ_j определяются по результатам сопоставления потерь теплоты через рассчитываемый фрагмент конструкции при его сопряжении с оконным (или дверным) блоком $Q_{j,1}$ и потерь теплоты через этот же фрагмент без сопряжения с оконным (дверным) блоком $Q_{j,2}$. Увеличение потерь теплоты обусловлено дополнительными потерями через оконные откосы.

Величина удельных потерь теплоты через точечные теплотехнические неоднородности рассчитывается по формуле

$$\chi = \Delta Q_k / (t_s - t_H), \tag{E.3}$$

где ΔQ_k – дополнительные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность, Вт, определяемые по формуле

$$\Delta Q_k = Q_{k,1} - Q_{k,2}; \tag{E.4}$$

где $Q_{k,1}$ - потери теплоты через рассчитываемый фрагмент конструкции с точечной теплотехнической неоднородностью, B_{T} , определяемые по результатам расчета трехмерного температурного поля;

 $Q_{k,2}$ - потери теплоты через рассчитываемый фрагмент конструкции без учета точечной теплотехнической неоднородности, Вт (соответствует потерям теплоты при условном сопротивлении теплопередаче конструкции).



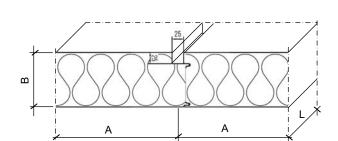
ПРИЛОЖЕНИЕ **Ж** (справочное)

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ УДЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ПАНЕЛЕЙ

Ж.1 Пример расчета удельных потерь теплоты через линейную теплотехническую неоднородность в виде горизонтального замкового соединения панелей «Fronttop»

Определить удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность в виде горизонтального замкового стыка панелей «Fronttop» толщиной 100 мм.

Конструктивное решение и расчетная схема стыка панелей приведена на рисунке Ж.1.



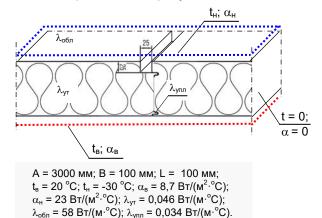


Рисунок Ж.1 - Конструктивное решение и расчетная схема замкового стыка панелей «Fronttop» для расчета удельных потерь теплоты через линейную теплотехническую неоднородность

Исходные данные:

- длина панели 6000 мм;
- ширина панели 1000 мм;
- толщина панели 100 мм;
- утеплитель минераловатные плиты, $\lambda_{vr} = 0.046 \, \text{BT/(M} \cdot ^{\circ} \text{C});$
- облицовка сталь толщиной 0,7 мм, $\lambda_{\text{обл}}$ = 58 Bт/(м·°C);
- уплотнительная лента, $\lambda_{\text{упл}} = 0.034 \text{ Bt/(м·°C)};$
- расчетная температура внутреннего воздуха $t_B = +20$ °C;
- расчетная температура наружного воздуха $t_{H} = -30 \, ^{\circ}\text{C}$;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены $\alpha_{\rm e}$ = 8,7 Bt/(м².°C);
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_H = 23 \text{ BT/(M}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Характеристика программного обеспечения

Расчет выполнен по программе расчета трехмерных температурных полей ограждающих конструкций зданий «TEMPER-3D» (сертификат ГОСТ Р № RA.RU.AБ86.H01116 - см. приложение М).

Минимальный шаг разбиения отдельных элементов – 0,25 мм.

Результаты расчетов

Распечатка результатов расчета средних температур поверхности и тепловых потоков, входящих и выходящих из рассчитанного фрагмента с учетом линейной теплотехнической неоднородности приведена в табл.Ж.1, без учета теплотехнической неоднородности - в табл.Ж.2. Распределение температур по поперечному сечению рассчитанных фрагментов представлено на рис.Ж.2.

По результатам расчета установлено:

- потери теплоты через рассчитываемый фрагмент конструкции с учетом линейной теплотехнической неоднородности составляют $\mathbf{Q}_{i,1}$ = 2,24892 Bt;
- потери теплоты через рассчитываемый фрагмент конструкции без учета линейной теплотехнической неоднородности составляют $\mathbf{Q}_{i,2} = 2,17197 \; \mathrm{Bt};$
- дополнительные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность рассчитанного фрагмента составляют ΔQ_j = 2,24892 2,17197 = 0,077723 Вт;
- величина удельных потерь теплоты через линейную теплотехническую неоднородность составляет Ψ = 0,077723/{0,1· [20 (-30)]} = 0,0154 BT/м·°C;
- величина условного сопротивления теплопередаче рассчитанного фрагмента R_o^{ycn} = [(20 (-30)] · 0,1/ 2,17197 = 2,302 м²·°C/Вт.



а

Таблица Ж.1

Пример распечатки результатов расчета средних температур поверхности и тепловых потоков фрагмента стены из панелей «Fronttop» толщиной 100 мм с линейной теплотехнической неоднородностью в виде горизонтального замкового стыка

```
1
-0.292217E+02 0.175051E+02

N/N | Коэфф.тепл. | Т среды | Площадь | Т средняя | Тепл. поток |
1 | 0.2300D+02 | -.3000D+02 | 0.1050D+00 | -.2907D+02 | -.2253D+01 |
10 | 0.8700D+01 | 0.2000D+02 | 0.1000D+00 | 0.1742D+02 | 0.2249D+01 |

Итого Q вход.=0.224892D+01 Q выход.=-.225260D+01 Погрешность = -0.08159%
```

Таблица Ж.2

Пример распечатки результатов расчета средних температур поверхности и тепловых потоков фрагмента стены из панелей «Fronttop» толщиной 100 мм без линейной теплотехнической неоднородности

```
1
-0.290642E+02 0.175109E+02

N/N | Коэфф.тепл. | Т среды | Площадь | Т средняя | Тепл. поток |
1 | 0.2300D+02 | -.3000D+02 | 0.1000D+00 | -.2905D+02 | -.2176D+01 |
10 | 0.8700D+01 | 0.2000D+02 | 0.1000D+00 | 0.1750D+02 | 0.2172D+01 |

Итого Q вход.=0.217197D+01 Q выход.=-.217573D+01 Погрешность = -0.08643%
```

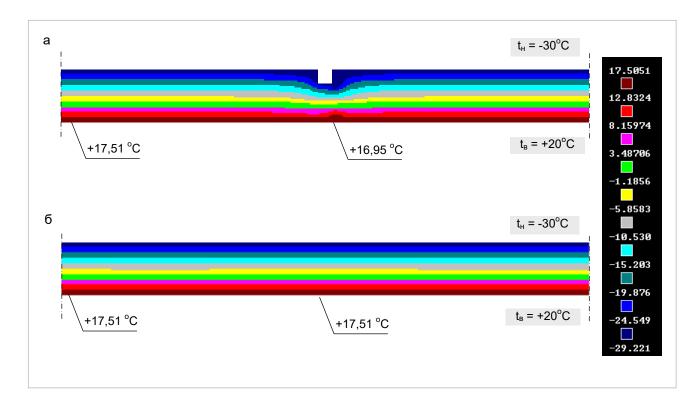


Рисунок Ж.2 - Распределение температур по сечению расчетного фрагмента стены из панелей «Fronttop» толщиной 100 мм с линейной теплотехнической неоднородностью в виде горизонтального замкового стыка (а) и без линейной теплотехнической неоднородности (б)

FRONT SIDE

Ж.2 Пример расчета удельных потерь теплоты через линейную теплотехническую неоднородность в виде горизонтального замкового соединения панелей «Frontbase WP»

Определить удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность в виде горизонтального замкового стыка панелей «Frontbase WP» толщиной 150 мм.

Конструктивное решение и расчетная схема стыка панелей приведена на рисунке Ж.З.

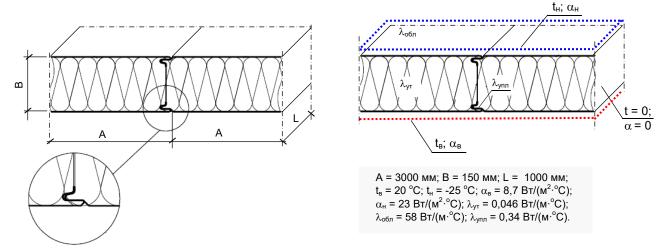


Рисунок Ж.3 - Конструктивное решение и расчетная схема замкового стыка панелей «Frontbase WP» для расчета удельных потерь теплоты через линейную теплотехническую неоднородность

Исходные данные:

- длина панели 6000 мм;
- ширина панели 1000 мм;
- толщина панели 100 мм;
- утеплитель минераловатные плиты, $\lambda_{vr} = 0.046 \text{ Br/(m} \cdot {}^{\circ}\text{C});$
- облицовка сталь толщиной 0,7 мм, $\lambda_{\text{обл}}$ = 58 Bт/(м·°C);
- уплотнительная лента, $\lambda_{ynn} = 0.34 \text{ Bt/(м·°C)};$
- расчетная температура внутреннего воздуха $t_{\rm B}$ = +20 °C;
- расчетная температура наружного воздуха t_{H} = -25 °C;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены $\alpha_{\rm g}$ = 8,7 BT/(${\rm M}^2$ °C);
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_{H} = 23 \text{ BT/(M}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Характеристика программного обеспечения

Расчет выполнен по программе расчета трехмерных температурных полей ограждающих конструкций зданий «TEMPER-3D» (сертификат ГОСТ Р № RA.RU.AБ86.H01116 - см. приложение М).

Минимальный шаг разбиения отдельных элементов – 0,25 мм.

Результаты расчетов

Распечатка результатов расчета средних температур поверхности и тепловых потоков, входящих и выходящих из рассчитанного фрагмента с учетом линейной теплотехнической неоднородности приведена в табл.Ж.3, без учета теплотехнической неоднородности - в табл.Ж.4. Распределение температур по поперечному сечению представлены на рис.Ж.4.

По результатам расчета установлено:

- потери теплоты через рассчитываемый фрагмент конструкции с учетом линейной теплотехнической неоднородности составляют $\mathbf{Q}_{i,1} = 1,3325 \; \mathrm{BT};$
- потери теплоты через рассчитываемый фрагмент конструкции без учета линейной теплотехнической неоднородности составляют $\mathbf{Q}_{i,2} = 1,3231 \, \mathrm{Bt};$
- дополнительные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность рассчитанного фрагмента составляют $\Delta Q_i = 1,3325 1,3231 = 0,0094$ Вт;
- величина удельных потерь теплоты через линейную теплотехническую неоднородность составляет Ψ = 0,0094/{0,1· [20 (-25)]} = 0,0021 Bt/м·°C.



Таблица Ж.3

Пример распечатки результатов расчета средних температур поверхности и тепловых потоков фрагмента стены из панелей «Frontbase WP» толщиной 150 мм с линейной теплотехнической неоднородностью в виде горизонтального замкового стыка

```
-0.244260E+02 0.184831E+02

N/N | Коэфф.тепл. | Т среды | Площадь | Т средняя | Тепл. поток | 1 | 0.2300D+02 | -.2500D+02 | 0.1000D+00 | -.2442D+02 | -.1344D+01 | 10 | 0.8700D+01 | 0.2000D+02 | 0.1000D+00 | 0.1847D+02 | 0.1332D+01 |

Итого Q вход.=0.133248D+01 Q выход.=-.134385D+01 Погрешность = -0.42484%
```

Таблица Ж.4

Пример распечатки результатов расчета средних температур поверхности и тепловых потоков фрагмента стены из панелей «Frontbase WP» толщиной 150 мм без линейной теплотехнической неоднородности

```
-0.244252E+02 0.184872E+02

N/N | Коэфф.тепл. | Т среды | Площадь | Т средняя | Тепл. поток | 1 | 0.2300D+02 | -.2500D+02 | 0.1000D+00 | -.2442D+02 | -.1337D+01 | 10 | 0.8700D+01 | 0.2000D+02 | 0.1000D+00 | 0.1848D+02 | 0.1323D+01 | Итого Q вход.=0.132310D+01 Q выход.=-.133710D+01 Погрешность = -0.52654%
```

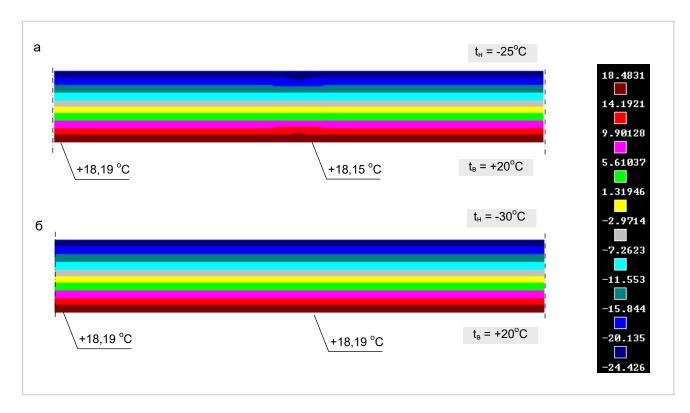


Рисунок Ж.4 - Распределение температур по сечению расчетного фрагмента стены из панелей «Frontbase WP» толщиной 150 мм с линейной теплотехнической неоднородностью в виде горизонтального замкового стыка (а) и без линейной теплотехнической неоднородности (б)



ПРИЛОЖЕНИЕ И (справочное)

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ВАРИАНТОВ НАРУЖНЫХ СТЕН

И.1 Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены из панелей фасадной модульной системы «Fronttop» толщиной 100 мм

Необходимо определить приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены из панелей фасадной модульной системы «Fronttop». Шаг колонн — 6000 мм, высота панелей — 1000 мм, длина панелей — 6000 мм. Количество креплений — 3 самореза диаметром 5 мм по высоте панели.

Исходные данные:

- район строительства г.Москва;
- назначение здания производственное;
- зона влажности нормальная;
- влажностный режим помещений здания нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций «Б»;

Граничные условия

- расчетная температура внутреннего воздуха $t_{\rm g}^{\ \ p}$ = +18 °C;
- расчетная температура наружного воздуха согласно СП 131.13330.2012 t_{μ}^{p} = -25 °C;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены α_e = 8,7 Bt/(M^2 .°C);
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_H = 23 \text{ Bt/(M}^2 \cdot ^{\circ}\text{C});$

Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов:

- слой теплоизоляции плотностью 95 кг/м³ λ_{E} = 0,046 Bт/(м ⋅ °C);
- металл $\lambda_{\rm b}$ = 58 Bt/(м °C).

Характеристики расчетной области

Величина приведенного сопротивления теплопередаче стены рассчитана для фасада здания, представленного на рис.И.1.

Общая площадь рассчитываемого фасада - A_o = 144,0 м 2 . Суммарная длина горизонтальных замковых стыков - L_1 = 144,0 м, суммарная длина вертикальных стыков – 30 м. Количество элементов крепления – n_1 = 90.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

Для панелей фасадной модульной системы «Fronttop» толщиной 100 мм по табл.6.6 данного СТО определяем:

- условное сопротивление теплопередаче панели \mathbf{R}_{o}^{ycn} = 2,30 м².°C/Bt;
- удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность в виде горизонтального замкового стыка $\psi_1 = 0.0153 \text{ Bt/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$;
- удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность в виде вертикального стыка $\pmb{\psi}_2 = 0,0507$
- удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность в виде элемента крепления $\chi_1 = 0.0035 \, \text{Bt/m} \cdot ^{\circ} \text{C}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче стены рассчитываем по формуле (6.3):

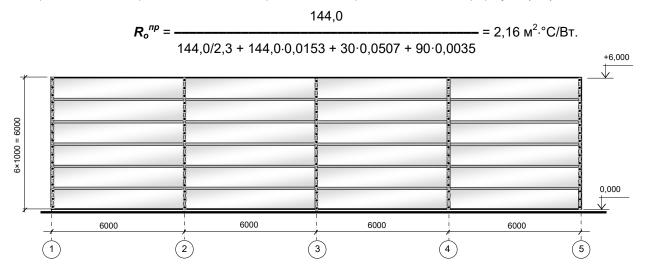


Рисунок И.1 – Схематичный фасад производственного здания (к примеру расчета И.1)



И.2 Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены из панелей «Frontbase WP» толщиной 240 мм

Необходимо определить приведенное сопротивление теплопередаче стены из панелей «Frontbase WP» толщиной 240 мм. Шаг колонн – 6000 мм, высота панелей – 1200 мм, длина панелей – 6000 мм. Облицовка - сталь толщиной 0,7 мм. Количество креплений – 6 саморезов диаметром 5 мм по высоте вертикальных стыков каждой панели.

Исходные данные:

- район строительства г.Сургут;
- назначение здания производственное;
- зона влажности нормальная;
- влажностный режим помещений здания нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций «Б»;

Граничные условия

- расчетная температура внутреннего воздуха t_{g}^{p} = +18 °C;
- расчетная температура наружного воздуха согласно СП 131.13330.2012 t_{H}^{p} = -43 °C;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены α_{e} = 8,7 Bt/(м².°C);
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_H = 23 \, \text{Bt/(M}^2 \, ^{\circ} \text{C});$

Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов:

- слой теплоизоляции плотностью 95 кг/м³ $\lambda_{\mathbf{Б}}$ = 0,046 Bт/(м ·°C);
- металл λ_{5} = 58 Bt/(м °C).

Характеристики расчетной области

Величина приведенного сопротивления теплопередаче стены рассчитана для фасада здания, представленного на рис.И.2.

Общая площадь рассчитываемого фасада - A_o = 172,8 м 2 . Суммарная длина горизонтальных замковых стыков - L_1 = 144,0 м, суммарная длина вертикальных стыков – 36 м. Количество элементов крепления – n_1 = 144.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

Для панелей «Frontbase WP» толщиной 240 мм определяем по табл.6.7 данного СТО:

- условное сопротивление теплопередаче панели R_o^{ycn} = 5,34 м².°C/Вт;
- удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность в виде горизонтального замкового стыка $\psi_1 = 0,0011 \text{ Bt/m} \cdot {}^{\circ}\text{C};$
- удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность в виде вертикального стыка ψ_2 = 0,00092 Bt/м·°C;
- удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность в виде элемента крепления χ_1 = 0,00231Bt/м·°C.

Приведенное сопротивление теплопередаче стены рассчитываем по формуле (6.3):

$$R_o^{np} = \frac{172,8}{172,8/5,34 + 144,0.0,0011 + 36.0,00092 + 144.0,00231} = 5,25 \text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/BT}$$

Коэффициент теплотехнической однородности стены $r = R_0^{np} / R_0^{ycn} = 5.25 / 5.34 = 0.98$.

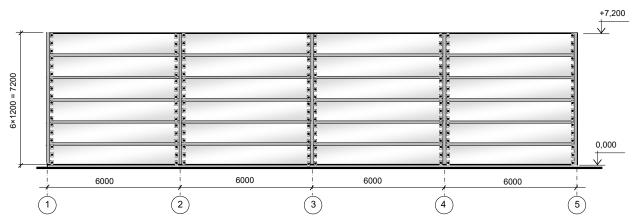


Рисунок И.2 – Схематичный фасад производственного здания (к примеру расчета И.2)



И.3 Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче фасада здания из стеновых панелей «Frontbase WP» толщиной 150 мм

Необходимо определить приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен из панелей «Frontbase WP» толщиной 150 мм. Шаг колонн – 6000 мм, высота панелей – 1200 мм, длина панелей – 6000 мм. Облицовка - сталь толщиной 0,7 мм. Количество креплений – 6 саморезов диаметром 5 мм по высоте вертикальных стыков каждой панели. Заполнение оконных проемов – оконные блоки в одинарных переплетах из ПВХ-профилей шириной 70 мм с двухкамерными стеклопакетами.

Исходные данные:

- район строительства г.Москва;
- назначение здания производственное;
- зона влажности нормальная;
- влажностный режим помещений здания нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций «Б»;

Граничные условия

- расчетная температура внутреннего воздуха t_{e}^{p} = +18 °C;
- расчетная температура наружного воздуха согласно СП 131.13330.2012 t_H^p = -25 °C;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены α_e = 8,7 Bt/(м².°C);
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{H} = 23 Bt/(м².°C);

Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов:

- слой теплоизоляции плотностью 95 кг/м³ $\lambda_{\rm F}$ = 0,046 Bт/(м ·°C);
- металл $\lambda_{\rm b}$ = 58 Bt/(м °C).

Характеристики расчетной области

Величина приведенного сопротивления теплопередаче стены рассчитана для фасада здания, представленного на рис.И.3.

Общая площадь фасада $A_o = 172,8 \text{ м}^2$, площадь окон - $A_{o\kappa} = 28,8 \text{ м}^2$, площадь наружных стен $A_{cm} = 144,0 \text{ м}^2$. Суммарная длина горизонтальных замковых стыков - $L_1 = 108,0 \text{ м}$, суммарная длина вертикальных стыков – 33,6 м. Количество элементов крепления – $n_1 = 120$. Суммарная длина оконных откосов $L_3 = 28,8 \text{ м}$.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

Для панелей «Frontbase WP» толщиной 150 мм определяем по табл.6.7 данного СТО:

- условное сопротивление теплопередаче панели $R_o^{ycn} = 3,39 \text{ m}^2 \cdot \text{C/BT};$
- удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность в виде горизонтального замкового стыка $\psi_1 = 0,0021 \text{ BT/m} \cdot {}^{\circ}\text{C}$;
- удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность в виде вертикального стыка $\psi_2 = 0.00101 \text{ BT/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$;
- удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность в виде элемента крепления χ_1 = 0,00299 Bt/м·°C;
- удельные потери теплоты линейную теплотехническую неоднородность в виде оконного откоса $\psi_3 = 0.0398 \, \mathrm{Bt/m} \cdot ^{\circ} \mathrm{C}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче стены рассчитываем по формуле (6.3):

$$R_o^{np} = \frac{(172.8 - 28.8)}{144.0/3.39 + 108.0 \cdot 0.0021 + 33.6 \cdot 0.00101 + 28.8 \cdot 0.0398 + 120 \cdot 0.00299} = 3,25 \text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Bt}.$$

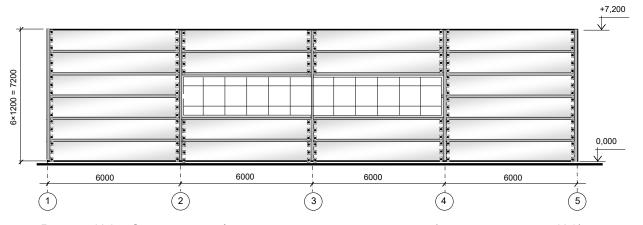


Рисунок И.2 – Схематичный фасад производственного здания (к примеру расчета И.3)



ПРИЛОЖЕНИЕ К (справочное)

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НЕКОТОРЫХ УЗЛОВ ЗДАНИЙ ИЗ ПАНЕЛЕЙ ООО «ФРОНТСАЙД»

К.1 Узел сопряжения стеновых панелей «Frontbase WP» с оконным блоком

Необходимо провести оценку температурного режима узла сопряжения стеновых панелей «Frontbase WP» с оконным блоком из ПВХ-профилей. Схема узла сопряжения представлена на рис.К.1.

Исходные данные:

- район строительства г.Москва;
- назначение здания производственное;
- зона влажности нормальная;
- влажностный режим помещений здания нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций «Б»;

Граничные условия

- расчетная температура внутреннего воздуха $t_g^p = +18$ °C;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены $\alpha_{\rm g}$ = 8,7 BT/(${\rm M}^2$ °C);
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_H = 23 \text{ BT/(M}^2 \cdot ^{\circ}\text{C});$
- расчетная относительная влажность внутреннего воздуха φ_{int} = 50 %;
- температура точки росы t_d = 7,4 °C (см. приложение Д);

Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов:

- слой теплоизоляции плотностью 95 кг/м³ λ_{σ} = 0,046 Bт/(м.°C);
- металл $\lambda_{\overline{b}} = \lambda_{o} = 58 \text{ Bt/(м.}^{\circ}\text{C});$
- монтажная пена $\lambda_{\rm b}$ = 0,04 Bт/(м.°C);
- стекло $\lambda_{\mathcal{B}} = \lambda_{\mathbf{o}} = 0.76 \text{ BT/(M} \cdot ^{\circ}\text{C});$
- ΠBX $λ_{\rm b} = λ_{\rm o} = 0.17 \, \rm Bt/(M \cdot {}^{\circ}\rm C).$

Краткая характеристика методики расчетов

Размеры рассчитываемого участка стены приняты в соответствии с п.7.2 настоящего СТО - от середины оконного блока по высоте и на расстояние не менее 5 толщин стены от узла сопряжения.

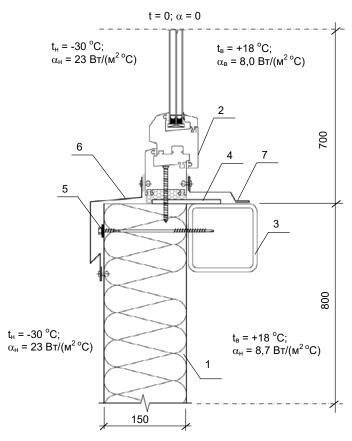


Рисунок К.1 - Расчетная схема узла сопряжения наружной стены с оконным блоком: 1 – стеновая панель; 2 – оконный блок; 3 – фахверковый ригель; 4 – стальная пластина для крепления оконного блока; 5 – элемент крепления стеновой панели; 6 - облицовка наружного откоса; 7 - облицовка внутреннего откоса



Расчет выполнен по программе расчета трехмерных температурных полей ограждающих конструкций зданий «TEMPER-3D» (сертификат ООО ЦПС от 01.09.2018 г. № RA.RU.AБ86.H01116 — см. приложение **Л**).

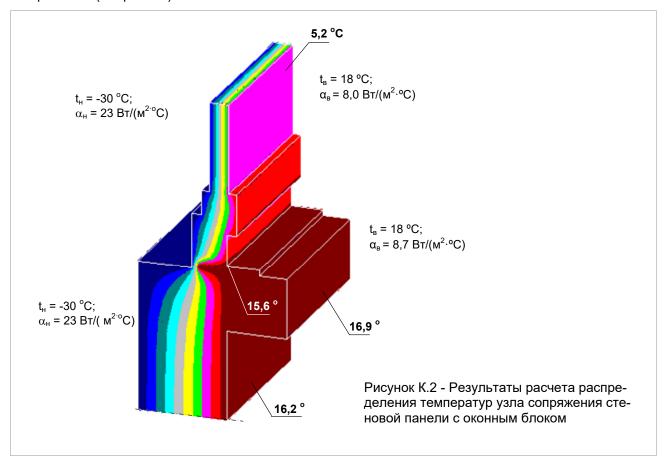
Минимальный шаг разбиения отдельных элементов – 0,25 мм.

Результаты расчетов

Распределение температур по поперечному сечению рассчитываемого узла при температуре наружного воздуха $t_{\rm ext}$ = -30 °C представлено на рис.К.2.

По результатам расчетом минимальная температура внутренней поверхности в зоне сопряжения наружной стены с оконным блоком составляет τ_{min} =15,6 °C, что существенно выше температуры точки росы t_d = 7,4 °C. Температурный режим данного узла соответствует требованиям СП 50.13330.2012.

Анализ характера распределения температур по узлу сопряжения стеновых панелей с окном показывает, что в зоне расположения элементов крепления из полосовой стали имеют место повышенные потери тепла (см. рис.К.2).



К.2 Узел сопряжения стеновых панелей «Frontbase WP» с конструкцией пола первого этажа

Необходимо провести оценку температурного режима узла сопряжения стеновых панелей «Frontbase WP» с конструкцией пола первого этажа. Схема узла сопряжения представлена на рис.К.2. Исходные данные:

- район строительства - г.Москва;

- назначение здания производственное;
- зона влажности нормальная;
- влажностный режим помещений здания нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций «Б»;

Граничные условия

- расчетная температура внутреннего воздуха $t_{\rm g}^{\ \ p}$ = +18 °C;
- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены α_e = 8,7 Bt/(M^2 . $^{\circ}$ C);
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{H} = 23 Bt/(м²·°C);
- расчетная относительная влажность внутреннего воздуха φ_{int} = 50 %;
- температура точки росы t_d = 7,4 °C (см. приложение **Д**);



Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов:

- слой теплоизоляции плотностью 95 кг/м³ $\lambda_{\rm b}$ = 0,046 Bт/(м·°C);
- металл $\lambda_{b} = \lambda_{o} = 58 \text{ BT/(м.}^{\circ}\text{C});$
- монтажная пена $\lambda_{\rm E} = 0.04 \, {\rm BT/(m.^{\circ}C)};$
- цементно-песчаный раствор $\lambda_{\rm b} = 0.83 \; {\rm BT/(m.^{\circ}C)};$
- утеплитель цоколя $\lambda_{\mathcal{B}} = 0.040 \text{ Bt/(m} \cdot ^{\circ}\text{C});$
- железобетон λ_{5} = 2,04 BT/(м.°C).

Краткая характеристика методики расчетов

Размеры рассчитываемого участка стены приняты в соответствии с п.7.2 настоящего СТО – не менее 5 топшин стены от узла сопряжения

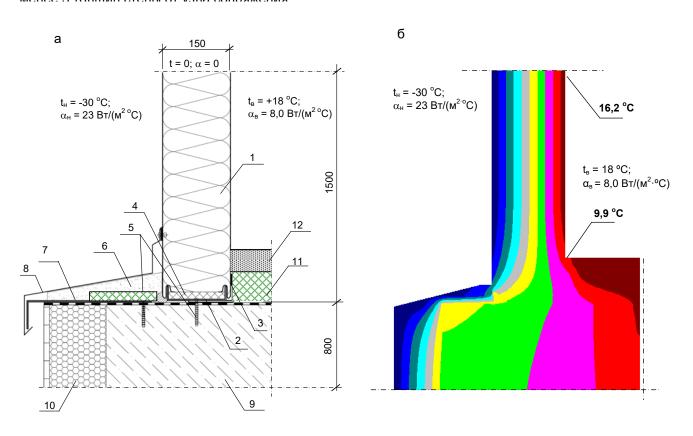


Рисунок К.3 - Расчетная схема (а) и результаты расчета температурного режима (б) узла сопряжения наружной стены с цоколем здания: 1 – стеновая панель; 2 – опорный элемент; 3 – фахверковый ригель (металл); 4 – теплоизоляция; 5 – дюбель-гвоздь; 6 – цементно-песчаный раствор; 7 – крепеж стенового нащельника; 8 – стеновой нащельник; 9 – бетон; 10 – теплоизоляция цокольного узла; 11 – теплоизоляция пола; 12 - бетонная стяжка пола

Результаты расчетов

Распределение температур по поперечному сечению рассчитываемого узла при температуре наружного воздуха $t_{\rm ext}$ = -30 °C представлено на рис.К.3.

По результатам расчетом минимальная температура внутренней поверхности в зоне сопряжения наружной стены с конструкцией пола составляет τ_{min} =9,9 °C, что выше температуры точки росы t_d = 7,4 °C. Температурный режим данного узла соответствует требованиям СП 50.13330.2012.



Приложение Л (справочное)

КОПИЯ СЕРТИФИКАТА СООТВЕТСТВИЯ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ТРЕХМЕРНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ОГРАЖДАЮЩИХКОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ «TEMPER-3D»

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р

ФЕЛЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

Nº RA.RU.AE86.H01116

Срок действия с 01.09.2018

по 31.08.2020

№ 0351016

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ RA.RU.11AБ86

ООО ЦСПС. Орган по сертификации программной продукции в строительстве 125057 г. Москва, Ленинградский проспект, дом 63, тел. (499) 157-1990

ПРОДУКЦИЯ Программа "TEMPER-3D" для расчета трехмерных температурных полей ограждающих конструкций зданий

код ОК

58.29.29.000

обеспечение программное прикладное прочее на электронном носителе, серийный выпуск

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, разд. 3, пп.3.1.1, 3.2.1 – 3.2.5; ГОСТ Р ИСО 9126-93, разд. 4, пп.4. 1- 4.3; ГОСТ Р ИСО 9127-94, разд.6, пп.6.1.1, 6.3.1, 6.5.1 – 6.5.3; ГОСТ 28806-90, разд. 2, пп.13 – 16 код ТН ВЭД

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

ИП Федоров Сергей Витальевич

ИНН 550600442119, 644070 г. Омек, ул. Омекая, д. 127, кв. 35,

тел. (+7) 908-312-7400

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН

ООО «ТЕХВЕНТ» ИНН 5501176678, 644065, г. Омск, ул. Нефтезаводская,

д. 38 Е, оф. 4, тел. +7 (960) 987-3001

на основании

Заключения ООО ЦСПС № 01-62-18 от 27 августа 2018 г. на 2-х страницах

дополнительная информация

Схема сертификации 3

Руководитель органа

Эксперт

С.Д.Ратнер

HARMEN DA COMMENT

Т.Н.Бубнова

неврать фанкли

Сертификат не применяется при обязательной сертификации



ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 01-62-18

ОРГАНА ПО СЕРТИФИКАЦИИ ПРОГРАММНОЙ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ на базе ООО «Центр сертификации программной продукции в строительстве» (ООО ЦСПС)

о соответствии разделам и пунктам нормативных документов программы "TEMPER-3D" от 27.08.2018г. (к сертификату соответствия № RA.RU.AБ86.H01116, срок действия 01.09.2018 – 31.08.2020)

1. Обозначение программной продукции

Программа "TEMPER-3D".

2. Название программной продукции

Программа расчета трехмерных температурных полей ограждающих конструкций зданий "TEMPER-3D".

- 3. Версия 4.9
- 4. Решаемые задачи:
- расчет температурного поля методом конечных элементов.
- Соответствует требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 27 августа 2018 г.
- ГОСТ Р ИСО 9127-94 "Документация пользователя и информация на упаковке потребительских программных пакетов":
- раздел 6. Справочная документация (ОБ). Подраздел 6.1. Обозначение пакета (ОБ), п.6.1.1
 Подраздел 6.3. Функциональное описание программного средства (ОБ), п.6.3.1. Подраздел 6.5.
 Использование программного средства (ОБ), пп.6.5.1 6.5.3.
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 "Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование":
- раздел 3. Требования к качеству. Подраздел 3.1. Описание продукта, п.3.1.1. Подраздел 3.2.
 Документация пользователя, пп.3.2.1 3.2.5.
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 "Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению":
 - раздел 4 Характеристики качества программного обеспечения, пп.4.1 4.3.
 - ГОСТ 28806-90 "Качество программных средств. Термины и определения":
 - раздел 2 Общие характеристики качества программного средства, пп.13 16.
- Эффективность в части прикладных характеристик подтверждена соответствием требованиям пунктов нормативных документов по состоянию на 27 августа 2018 г.
- СП 50.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий":
 - раздел 5. Тепловая защита зданий, пп.5.4, 5.7.

СП 23-101-2004 "Проектирование тепловой защиты зданий":

раздел 9. Методика проектирования тепловой защиты зданий. Подраздел 9.1
 Несветопрозрачные ограждающие конструкции, пп.9.1.3, 9.1.10, 9.1.13. Подраздел 9.4
 Светопрозрачные ограждающие конструкции, п.9.4.5;

приложение M (обязательное), пп.М.1, M.2, M.3.

Заместитель генерального директора ООО ЦСПС

Эксперт

Д.Ю.Бубнов Т.Н.Бубнова