



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
DEXPAN (СИБСТРИН) DEXPAN**

630008, Новосибирск
ул. Ленинградская, 113
Тел/факс (383) 266-25-81
www.sibstin.ru e-mail: nauka@sibstin.ru

ОКПО 02068976
ОГРН 1025401905484
ИНН/КПП 540511586/540501001

Свидетельство: СРО-П-51-5405115866-09122009-00063 от 09.12.2009 года

Некоммерческое партнёрство «Гильдия проектировщиков Сибири»

Свидетельство: ИОС-И-04-087 – 25012010

Некоммерческое партнёрство «Изыскательские организации Сибири»

Свидетельство: № 0292.02-2010-5405115866-С-097 от 23.12.2010 года

Некоммерческое партнёрство Межрегиональная некоммерческая организация строителей «СИБИРЬ»

ОБРАЗЕЦ



СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

конструкций стен с применением фасадных панелей ZODIAC

Расчет выполнил
к.т.н., доц. каф. СМСТ
НГАСУ (Сибстрин)

А.Н. Машкин



Новосибирск 2017

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Вне зависимости от разных конструкций, применяемых на здании, все их объединяет одна общая задача: они являются защитой от влияния погодных условий, создавая благоприятный климат внутри помещения. Поэтому внешнее покрытие здания должно быть устойчиво к любым проявлениям атмосферных явлений.

Каждая постройка неизбежно подвергается воздействию дождя, зачастую ливневого дождя, а также тающего снега. Кроме того, на любые ежедневные и обусловленные сменой времен года перепады температуры и низкую температуру в зимний период, здание должно обладать надежной теплозащитой и необходимой тепловой аккумулирующей способностью.

При ненастной погоде однородного материала (камня, бетона, глины, дерева и т.д.) могут насквозь пропитаться влагой. При этом перевязка стеной кладки ослабляется, происходит отслоение материалов, вымывание солей и, в конечном итоге, разрушение конструкции под действием холода. Существенно ухудшаются теплоизоляционные свойства.

На основании вышеперечисленных воздействий и их последствий, появляются такие типы компоновки, при которых защищающая от воздействия атмосферных явлений оболочка здания выполняется отдельно от несущей конструкции.

Одним из таких климатически проверенных конструктивных решений является система навесных фасадов с регулируемым воздушным зазором. Внешний облик фасадов зданий всегда разный, однако, эффективность действия применяемых систем всегда высока.

Преимущества строительной технологии фасадных систем с воздушным зазором над однослойными стенами стали известны достаточно давно.

Кроме возможности применения разнообразных архитектурно-конструктивных решений, функциональные преимущества фасадов, как и раньше, являются неоспоримым доводом к их применению.

- *Фасады, способные дышать*: циркуляция воздуха и тепловое излучение в воздушном зазоре обеспечивает быстрое удаление влаги из внутренних помещений здания, несущих стен, утеплителя – здание «дышит».

- *Солнечная радиация:* Наличие теплоизоляции и воздушного вентилируемого зазора увеличивает теплоустойчивость наружной стены, уменьшает амплитуду колебаний температуры внутренней её поверхности, что способствует повышению комфортности микроклимата помещения, снижая нагрузку на системы кондиционирования воздуха.

- *Теплоизоляция:* Наличие утеплителя, защищенного от воздействия осадков и, главным образом, от накопления конденсата, позволяет сократить расход энергии на системы кондиционирования микроклимата.

- *Звукоизоляция:* Совместное использование декоративного экрана (облицовки) навесного фасада и теплоизоляции снижает уровень внешнего звукового давления (шумов) в помещении.

- *Защита от атмосферных осадков:* Конструкция основного несущего профиля спроектирована таким образом, что влага, попадающая на поверхность фасада под действием ветра, удаляется дренаж. Исключается контакт влаги с утеплителем и конструктивной частью стены.

- *Защита от накопления влаги толщи наружной стены:* Слои конструкции наружной стены расположены в порядке убывания сопротивления паропрооницанию по ходу движения водяных паров из помещения наружу. Влага помещения в виде водяных паров диффундируют изнутри помещения в воздушную вентилируемую прослойку и удаляется потоком воздуха между утеплителем и облицовочным экраном.

- *Пожарная безопасность:* Система навесных фасадов включает в себя материалы и изделия, относящиеся к категории негорючих и слабогорючих со слабой дымообразующей способностью, малоопасные по токсичности продуктов горения.

Рентабельность при строительстве новых объектов:

Отпадает необходимость в ряде работ:

- Устранение поврежденного слоя штукатурки.
- Не требуется предварительной подготовки дефектов стен.

Высокая ремонтпригодность:

- Облицовка легко демонтируется, не затрагивая при этом соседние элементы. Отсутствие риска продления сроков работ и повышения их стоимости.

Применение фасадных систем с панелями ZODIAC позволяет получить дополнительные преимущества, такие как дополнительная шумоизоляция за счет пористой структуры самой панели и уменьшение требуемой толщины слоя утеплителя, поскольку часть теплозащитных функций может взять на себя облицовочная панель.

2. УСЛОВИЯ РАСЧЕТА

Ниже представлены сравнительные расчеты, выполненные по методике СНиП 23-02-2003 для условий Новосибирска.

При расчете принимались три наиболее распространенные конструкции стен:

- кирпич глиняный обыкновенные 40 см (1,5 кирпича);
- пенобетонный блок (Сибсит) 40 см (1 блок);
- газосиликатный блок (Сибит) 40 см (1 блок);
- брус (сосна) 20 см.

Утепление минераловатным утеплителем (например ROCKWOOL) объемом весом 100 кг/м³.

Фасадная система на основе панелей ZODIAC с воздушным зазором 3 см.

Расчет выполнен для зданий высотой не более 20 м, с учетом поправок, вносимых ветровой составляющей для многоэтажных зданий.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ
(по данным СНиП 23-02-2003, СП 23-101-2004, СНиП-23-01-99*)

Регион: Россия, НОВОСИБИРСК

Расчетная температура внутреннего воздуха, гр. С

$t_{в} = \underline{22,0} \text{ } ^\circ\text{C}$

Средняя температура, гр. С

$t_{от.пер} = \underline{-8,7} \text{ } ^\circ\text{C}$

Продолжительность периода со средней суточной

температурой воздуха ниже или равной 8 гр. С, сут.

$Z_{от.пер.} = \underline{230} \text{ } \text{сут}$

Средняя температура наиболее холодной пятидневки

обеспеченностью 0,92, гр. С
(по данным СНиП 23-01-99*, табл. 1*)

$t_n = \underline{\quad -39 \quad} ^\circ\text{C}$

$$GCOП = (t_b - t_{от.пер.}) Z_{от.пер} = 7061,00$$

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0^{TP} , м² С/Вт

(по данным СНиП 23-02-2003, табл. 4)

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, град. С/сут.	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, R_0^{TP} , м ² град. С/Вт				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
Жилые	7061,00	3,87	5,73	5,08	0,65	0,43
Общественные		3,32	4,42	3,77	0,55	0,43
Производственные		2,41	3,27	2,41	0,38	0,33

Расчет толщины теплоизоляции выполняется по формуле:

$$R_0^{TP} = 1/\alpha_n + \delta_1/\lambda_1 + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_v$$

ОБРАЗЕЦ

где

δ - толщина слоя, м
 λ - коэффициент теплопроводности, Вт/м.С
 α_n и α_{int} - коэффициенты теплоотдачи, Вт/м.С
 (по данным СНиП 23-02-2003, табл. 7 и 6)

Тип конструкции:
Тип здания:

*Наружная стена
Жилые дома*

(по данным СП 23-101-2004, приложение Д, п.34 и 35)

Характеристики теплоизоляции ВАРИАНТ 1.1

Стена из глиняного кирпича

Название теплоизоляции: *Минплита (Y=100 кг/м3)*
 Тип теплоизоляции: *с панелью ZODIAC и воздушным зазором*
 Плотность, γ_0 кг/м³: *100*
 Теплопроводность, λ_5 , Вт/м С: *0,07*

$\alpha_n =$

23

Слои	δ , м.	λ , Вт/м. С	$R_{\text{слоя}}$	Цена/м ³	Цена/м ²
	□	□	0,043		
Штукатурка из цементно-песч. раствора	0,015	0,930	0,016		
Лист гипсокартона	0,012	0,210	0,057		
Кладка из глиняного кирпича на цпр	0,400	0,810	0,494		
Утеплитель	0,200	0,070	2,857	0,00	0,00

Минплита					
Воздушный зазор	0,030	0,050	0,600	0,00	0,00
Панель ZODIAC	0,016	0,035	0,457	0,00	0,00
			0,115		

8,7

Принято -----

Требуется -----

$\Sigma R = 4,640$

$R_{0}^{TP} = 4,452$

Конструкция соответствует теплоизоляционным нормам.

Необходимая толщина утеплителя: 200 мм

Характеристики теплоизоляции ВАРИАНТ 1.2

Стена из глиняного кирпича

Название теплоизоляции: Минплита ($\gamma = \text{кг/м}^3$)

Тип теплоизоляции:

Плотность, γ_0 , кг/м^3 : 100

Теплопроводность, $\lambda_б$, Вт/м С : 0,07

Слои	δ , м.	λ , Вт/м. С	$R_{\text{слоя}}$	Цена/ м^3	Цена/ м^2
			0,043		
Штукатурка из цементно-песчаного раствора	0,015	0,930	0,016		
Лист гипсокартона	0,012	0,210	0,057		
Кладка из глиняного кирпича на цпр	0,400	0,810	0,494		
Утеплитель Минплита	0,270	0,070	3,857	0,00	0,00
			0,115		

$\alpha_n = 23$

$\alpha_b = 8,7$

Принято -----

Требуется -----

$\Sigma R = 4,583$

$R_{0}^{TP} = 4,452$

Конструкция соответствует теплоизоляционным нормам.

Необходимая толщина утеплителя: 270 мм

Расчет выполнен в соответствии с СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

Характеристики теплоизоляции ВАРИАНТ 2.1

Стена из пенобетонного блока

Название теплоизоляции: Минплита ($\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$)

с панелью ZODIAC и

Тип теплоизоляции: воздушным зазором

Плотность γ_0 , кг/м^3 : 100

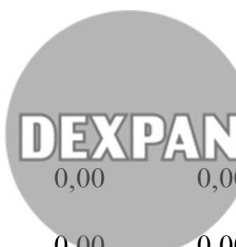
Теплопроводность, $\lambda_б$, Вт/м С : 0,07

Слои	δ , м.	λ , Вт/м. С	$R_{\text{слоя}}$	Цена/ м^3	Цена/ м^2
			0,043		
Штукатурка из цементно-п. раствора	0,015	0,930	0,016		

$\alpha_n = 23$



Лист гипсокартона	0,012	0,210	0,057		
Кладка из пенобетонного блока	0,400	0,350	1,143		
Утеплитель Минплита	0,150	0,070	2,143	0,00	0,00
Воздушный зазор	0,030	0,050	0,600	0,00	0,00
Панель ZODIAC	0,016	0,035	0,457	0,00	0,00
			0,115		



$\alpha_{в}$
= 8,7

Принято -----

$\Sigma R = 4,575$

Требуется -----

$R_{0}^{TP} = 4,452$

Конструкция соответствует теплоизоляционным нормам.

Необходимая толщина утеплителя: 150 мм

Характеристики теплоизоляции ВАРИАНТ 2.2

Стена из пенобетонного блока
ОБРАЗЕЦ

Название теплоизоляции:

Тип теплоизоляции:

Плотность, γ_0 , кг/м³ : 100

Теплопроводность, $\lambda_б$, Вт/м С: 0,07



$\alpha_{н}$
= 23

Слой	δ , м.	λ , Вт/м. С	$R_{с\text{л\text{о\text{я}}}$	Цена/м ³	Цена/м ²
	□	□	0,043		
Штукатурка из цементно-п. раствора	0,015	0,930	0,016		
Лист гипсокартона	0,012	0,210	0,057		
Кладка из пенобетонного блока	0,400	0,350	1,143		
Утеплитель Минплита	0,250	0,070	3,571	0,00	0,00
			0,115		



$\alpha_{в}$
= 8,7

Принято -----

$\Sigma R = 4,946$

Требуется -----

$R_{0}^{TP} = 4,452$

Конструкция соответствует теплоизоляционным нормам.

Необходимая толщина утеплителя: 250 мм

Расчет выполнен в соответствии с СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», СНиП 23-01—99 «Строительная климатология».

Характеристики теплоизоляции ВАРИАНТ 3.1

Стена из газосиликатного блока (Сибита)

Название теплоизоляции: Минплита ($\gamma = 100$ кг/м³)

с панелью ZODIAC и воздушным зазором

Тип теплоизоляции:

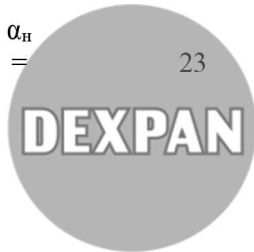
Плотность, γ_0 , кг/м³ : 100

Теплопроводность, $\lambda_б$, Вт/м С: 0,07



Слой	δ , м.	λ , Вт/м. С	$R_{с\text{л\text{о\text{я}}}$	Цена/м ³	Цена/м ²





	□	□	0,043		
Штукатурка из цементно-п. раствора	0,015	0,930	0,016		
Лист гипсокартона	0,012	0,210	0,057		
Кладка из газосиликатного блока (Сибит)	0,400	0,220	1,818		
Утеплитель Минплита	0,100	0,070	1,429	0,00	0,00
Воздушный зазор	0,030	0,050	0,600	0,00	0,00
Панель ZODIAC	0,016	0,035	0,457	0,00	0,00
			0,115		



$\alpha_n = 23$
 $\alpha_v = 8,7$

Принято -----
 Требуется -----
ОБРАЗЕЦ

$\Sigma R = 4,536$
 $R_{0TP} = 4,452$

Конструкция соответствует теплоизоляционным нормам.

Необходимая толщина утеплителя: 100 мм

Характеристики теплоизоляции ВАРИАНТ 3.2
 Стена из газосиликатного блока (Сибита)



Название теплоизоляции: Минплита ($\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$)
 Тип теплоизоляции:
 Плотность, γ_0 , кг/м^3 : 100
 Теплопроводность, λ_0 , $\text{Вт/м} \cdot \text{С}$: 0,07



$\alpha_n = 23$

Слои	δ , м.	λ , $\text{Вт/м} \cdot \text{С}$	$R_{\text{слоя}}$	Цена/м ³	Цена/м ²
	□	□	0,043		
Штукатурка из цементно-п. раствора	0,015	0,930	0,016		
Лист гипсокартона	0,012	0,210	0,057		
Кладка из газосиликатного блока (Сибит)	0,400	0,220	1,818		
Утеплитель Минплита	0,170	0,070	2,429	0,00	0,00
			0,115		

$\alpha_v = 8,7$

Принято ----- $\Sigma R =$

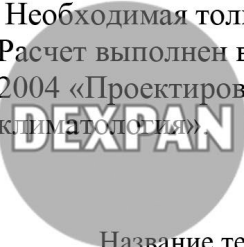
4,478

Требуется ----- $R_{0TP} = 4,452$

Конструкция соответствует теплоизоляционным нормам.

Необходимая толщина утеплителя: 170 мм

Расчет выполнен в соответствии с СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», СНиП 23-01—99 «Строительная климатология»



Характеристики теплоизоляции ВАРИАНТ 4.1
 Стена из соснового бруса



Название теплоизоляции: Минплита ($\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$)

Тип теплоизоляции:

Плотность, γ_0 , кг/м³ :

Теплопроводность, λ_6 , Вт/м С:

с панелью ZODIAC и
воздушным зазором

100

0,07

DEXPAN

DEXPAN

DEXPAN

$\alpha_n = 23$

Слои	δ , м.	λ , Вт/м. С	$R_{\text{слоя}}$	Цена/м ³	Цена/м ²
			0,043		
Штукатурка из цементно-п. раствора	0,015	0,930	0,016		
Лист гипсокартона	0,012	0,210	0,057		
Брус сосновый квадратного сечения	0,200	0,160	1,250		
Утеплитель Минплита	0,150	0,070	2,143	0,00	0,00
Воздушный зазор	0,050	0,050	0,600	0,00	0,00
Панель ZODIAC	0,016	0,035	0,457	0,00	0,00
			0,115		

$\alpha_v = 8,7$

Принято -----

$\Sigma R = 4,682$

Требуется -----

$R_{0TP} = 4,452$

Конструкция соответствует теплоизоляционным нормам.

Необходимая толщина утеплителя:

150 мм

Характеристики теплоизоляции ВАРИАНТ 4.2

Стена из соснового бруса

Название теплоизоляции:

Минплита ($\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$)

Тип теплоизоляции:

Плотность, γ_0 , кг/м³ :

100

Теплопроводность, λ_6 , Вт/м С:

0,07

$\alpha_n = 23$

Слои	δ , м.	λ , Вт/м. С	$R_{\text{слоя}}$	Цена/м ³	Цена/м ²
			0,043		
Штукатурка из цементно-п. раствора	0,015	0,930	0,016		
Лист гипсокартона	0,012	0,210	0,057		
Брус соснового квадратного сечения	0,200	0,160	1,250		
Утеплитель Минплита	0,220	0,070	3,143	0,00	0,00
			0,115		

$\alpha_v = 8,7$

4,625

Принято -----

$\Sigma R =$

Требуется -----

$R_{0TP} = 4,452$

DEXPAN

DEXPAN

DEXPAN

Конструкция соответствует теплоизоляционным нормам.

Необходимая толщина утеплителя:

220 мм

Расчет выполнен в соответствии с СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», СНиП 23-01—99 «Строительная

4. ВЫВОД

По результатам проведенных расчетов можно сделать вывод, что при применении в конструкции стен малоэтажных жилых домов навесных фасадов с панелями ZODIAC для различных материалов основной стены *толщина теплоизоляционного слоя может быть уменьшена на 50-100 мм* по сравнению с вариантом фасадной системы без воздушного зазора и панелей ZODIAC.

ОБРАЗЕЦ

DEXPAN

DEXPAN

DEXPAN

DEXPAN

DEXPAN

DEXPAN