



№ 01/02/217 от 26.06.17

Информационное письмо. О применении LOGICPIR в конструкциях с воздушным зазором.**Как получить экономическую выгоду, превышающую затраты на утепление балкона втрое!**

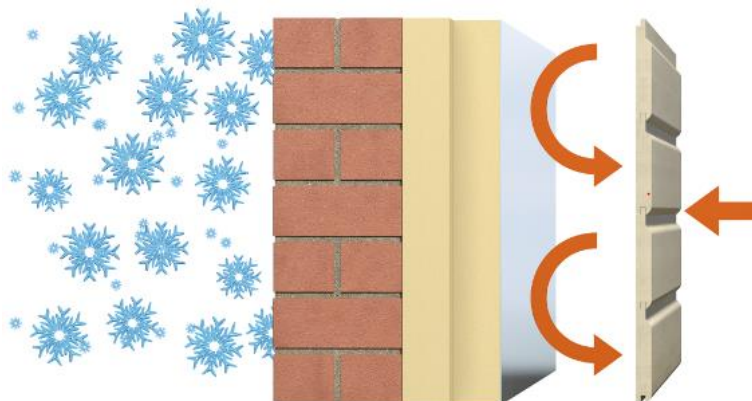
Считается, что экономия денег заказчика в строительстве – это прерогатива строительных материалов эконом-класса. Но в этом случае приходится выбирать между качеством, долговечностью или удобством монтажа. Точный расчёт показал, что только максимально эффективные, технологичные и экологичные материалы в составе грамотных системных решений, являются экономически выгодными.

Что такое LOGICPIR? На сегодняшний день одним из наиболее эффективных теплоизоляционных материалов можно назвать жесткий пенополиуретан (PIR), производимый компанией ТехноНИКОЛЬ под маркой LOGICPIR. Эффективность LOGICPIR выражается в экономии внутреннего пространства, по сравнению с утеплителями предыдущих поколений, например, из ПСБ-С (пенопластом). Так, разница в требуемых толщинах тепловой изоляции из разных материалов будет напрямую зависеть от коэффициентов теплопроводности. В среднем, она составляет **от 40 до 50 %**. Таким образом, утепляя стандартный балкон, можно получить выигрыш в пространстве **более 0,5 м²**. Учитывая цену жилья, стоимость экономии превышает затраты на утеплитель **втрое!**

Помимо высокого собственного термического сопротивления (благодаря крайне низкому коэффициенту теплопроводности $\lambda=0,021$ Вт/м·К), одним из достоинств LOGICPIR является то, что его можно отнести к классу отражательной теплоизоляции.

Что такое эффект отражения? Передовая эффективность теплосбережения на базе отражающего утеплителя LOGICPIR для бань и балконов.

Согласно классической теории теплопередачи, одной из элементарных её составляющих, наряду с **теплопроводностью** и **конвекцией**, является тепловое **излучение** (также называемое лучеиспускание, радиация, инфракрасные лучи и т.д.). Этот способ представляет собой теплоперенос в виде электромагнитных волн с двойным взаимным превращением тепловой энергии в лучистую на поверхности тела, излучающего тепло, и лучистой энергии в тепловую на поверхности тел, поглощающих лучистую теплоту. Поэтому ограничение передачи лучистой энергии является существенным резервом повышения тепловой защиты строительных ограждающих конструкций. Этим объясняется повышенное внимание к разработке фольгированных материалов. Однако ещё большего положительного эффекта позволяет добиться комбинация способов предотвращения теплопередачи. Она реализована в утеплителе LOGICPIR.



Где применяется LOGICPIR?

Наибольшего эффекта от отражательной изоляции можно добиться в тех областях строительства, где есть внутреннее лучистое тепло, которое можно вернуть обратно в утепленное помещение. При этом важным условием является наличие воздушного зазора между утеплителем и внутренней отделкой. Поэтому логичным является успешное применение утеплителя **LOGICPIR Баня** и **LOGICPIR Балкон** в соответствующих строительных конструкциях.



Каковы отличия LOGICPIR от других фольгированных материалов?

Особенностью строения данного материала является технологическое покрытие с обеих сторон специальной алюминиевой паро/гидро-непроницаемой фольгой, обладающей низким коэффициентом излучения поверхности (менее $0,5 \text{ Вт/м}^2\text{K}^4$). По сравнению с большинством представленных на рынке заменителей фольги, выполненными из лавсана с нанесением металлического напыления, важным преимуществом полноценной алюминиевой фольги, является низкая относительная степень черноты в инфракрасной области (коэффициент отражения 95-98%). Так как фактор эмиссивности материала, т.е. поглощения лучей, чрезвычайно мал, в строительных конструкциях, утепленных LOGICPIR, происходит существенное ограничение лучистой составляющей теплопереноса. Такие конструкции обладают «тепловым эффектом термоса», приводящим к снижению теплопотерь и значительной экономии энергоресурсов. Полезным бонусом является возможность использования внутреннего фольгированного слоя утеплителя как надежный пароизоляционный слой.

Чем подтверждается Эффект энергосбережения в конструкциях с фольгированным утеплителем LOGICPIR?

Эффективность фольгированной теплоизоляции LOGICPIR в конструкциях балкона и бани (Приложение 1) установлена с помощью количественного расчета (Приложение 2), выполненного согласно требований национального стандарта РФ - ГОСТ Р 56734-2015. «Здания и сооружения. Расчет показателя теплозащиты ограждающих конструкций с отражательной теплоизоляцией», введенного в действие с 1 июня 2016 г.

Вывод

Только за счёт применения утеплителя с фольгой в конструкциях бань и балконов, по сравнению с таким же, но нефольгированным, можно сэкономить минимум **10 мм** пространства. Рассчитанная в Приложении 2 экономия, в зависимости от типа конструкции, составляет **от 94,5 до 146,9 р/м²**. А в комбинации с рекордно низким коэффициентом теплопроводности ($\lambda=0,021 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$), общее снижение толщины теплоизоляционного слоя может достигать **50-60 мм** и больше на каждой изолируемой поверхности. За счёт этого внутри утепленного типового балкона можно сэкономить более **0,5 м²** полезного пространства. В пересчёте на рыночную стоимость жилья экономия превышает затраты на утеплитель **втрое!**

Ведущий технический специалист, к.т.н.



Шалимов В.Н.

Приложение 1

Строительные системы ТехноНИКОЛЬ с фольгированным утеплителем LOGICPIR

Таблица П.1.1 - Состав конструкции **ТН-Стена Балкон PIR**

Номер слоя	Наименование	Характеристики	Изображение
1	Обшивка с внутренней стороны евровагонкой	Толщина - 13 мм $\lambda_B=0,013 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ Коэффициент излучения поверхности - 4,14 $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{K}^4)$	
2	Воздушная прослойка	Толщина 20(50) мм Термическое сопротивление – $0,14 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$	
3	LOGICPIR Балкон	толщина 40 мм $\lambda_B=0,023 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ Коэффициент излучения поверхности -0,4 $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{K}^4)$	
4	Экран лоджии/балкона - кладка из полнотелого кирпича	Толщина 1 кирпич или 250 мм $\lambda_B=0,7 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$	
	Температура внутреннего воздуха составляет 20°C		
	Температура наружного воздуха -31°C		

Таблица П.1.2 - Состав конструкции **ТН-Стена Баня PIR**

Номер слоя	Наименование	Характеристики	Изображение
1	Обшивка с внутренней стороны евровагонкой	Толщина - 13 мм $\lambda_B=0,013 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ Коэффициент излучения поверхности - 4,14 $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{K}^4)$	
2	Воздушная прослойка	Толщина 20(50) мм Термическое сопротивление – $0,14 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$	
3	LOGICPIR Баня	толщина 40 мм $\lambda_B=0,023 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ Коэффициент излучения поверхности -0,4 $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{K}^4)$	
4	Внутренняя стена	Толщина 1 кирпич или 250 мм $\lambda_B=0,7 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$	
	Температура внутреннего воздуха составляет $+^\circ\text{C}$		
	Температура наружного воздуха -31°C		

Приложение 2

Количественный расчёт эффективности фольгированного утеплителя LOGICPIR

Утверждение существования эффекта фольгированного утеплителя основывается на примере доказательного расчёта термического сопротивления строительной конструкции, включающей в состав отражательную изоляцию.

Расчёт будем вести на основе методики, приведенной в ГОСТ Р 56734-2015. Установим количественную составляющую энергоэффективности LOGICPIR в двух типовых строительных системах:

1. ТН-Стена Балкон PIR
2. ТН-Стена Баня PIR.

Наиболее наглядным представляется сравнительный расчёт эффективности конструкций, утепленных фольгированным и нефольгированным утеплителем. Поэтому приведём расчётные данные строительных систем с утеплителями из экструзионного пенополистирола и минеральной ваты.

2.1 Методика расчёта

Исходные данные:

В качестве исходных данных выступают следующие характеристики:

- состав конструкции по слоям
- геометрические характеристики слоёв, входящих в состав конструкции
- теплотехнические характеристики слоёв, входящих в состав конструкции
- климатические характеристики местности, где расположена расчётная конструкция
- температурные характеристики внутренней

Ключевой показатель повышения эффективности изоляции с фольгированием – повышение термического сопротивления воздушной прослойки, находящейся снаружи от фольгированного утеплителя.

Теплотехнический расчет воздушной прослойки определенной толщины следует проводить с учетом многократного отражения и поглощения тепловой энергии.

Первый этап

Величина температурного перепада:

$$\Delta\tau_{\text{в.п.}} = \Delta\tau_{1\text{в.п.}} - \Delta\tau_{2\text{в.п.}},$$

где $\tau_{1\text{в.п.}}$ – температура на поверхности воздушной прослойки, расположенной со стороны внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С;

$\tau_{2\text{в.п.}}$ – температура на поверхности воздушной прослойки, расположенной со стороны наружной поверхности ограждающей конструкции, °С, вычисляются по формуле:

$$\tau_n = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_0} (R_{\text{в}} + \sum_{n=1} R)$$

где τ_n – температура на внутренней поверхности n -го слоя ограждения (нумерация слоев принимается от внутренней поверхности ограждения), °С;

ΣR – сумма термических сопротивлений $(n-1)$ слоев ограждения, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$;

R_0 – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$;

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{\text{н}}$ – расчетная температура наружного воздуха, °С.

$R_{\text{в}}$ – сопротивление теплопередачи у внутренней поверхности, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$

$R_{\text{н}}$ – сопротивление теплопередачи у наружной поверхности, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{к}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}$$

где $\alpha_{в}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C), для наружных стен $\alpha_{в}=8,7$ Вт/(м²·°C) (СП 50.13330.2012, таблица 4);
 $R_{к}$ – термическое сопротивление ограждающей конструкции, м²·°C/Вт;
 $\alpha_{н}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C), для наружных стен $\alpha_{н}=23$ Вт/(м²·°C) (СП 50.13330.2012, таблица 6).

$$R_{к} = \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{в.п.}$$

где δ_i – толщина i -го слоя конструкции, м;
 λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала i -го слоя конструкции, Вт/(м·°C), принимают по СП 50.13330.2012, приложение Т;
 $R_{в.п.}$ – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, расположенной параллельно слоям многослойной конструкции, м²·°C/Вт. При наличии в конструкции замкнутых воздушных прослоек $R_{в.п.}$ следует принимать по таблице 1.

Результирующий тепловой поток излучением, Вт/м², рассчитываем по формуле:

$$Q_{рез.изл.} = \frac{1}{\frac{1}{C_{1в.п.}} + \frac{1}{C_{2в.п.}} - \frac{1}{C_0}} \left[\left(\frac{\tau_{1в.п.} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\tau_{2в.п.} + 273}{100} \right)^4 \right] \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{C_{2в.п.}}{C_0} \right) \left(1 - \frac{C_{1в.п.}}{C_0} \right) \right]$$

где $C_{1в.п.}$ – коэффициент излучения поверхности воздушной прослойки, расположенной со стороны внутренней поверхности ограждения, Вт/(м²·К⁴);
 $C_{2в.п.}$ – коэффициент излучения поверхности воздушной прослойки, расположенной со стороны наружной поверхности ограждения, Вт/(м²·К⁴);
 C_0 – коэффициент излучения абсолютно черного тела, Вт/(м²·К⁴).
 Коэффициенты излучений различных поверхностей принимают по таблице 2.

Количество теплоты, передаваемое конвекцией и теплопроводностью, Вт/м², определяют по формуле:

$$Q_{к.т.} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\delta} (\tau_{1в.п.} - \tau_{2в.п.})$$

где λ_1 – коэффициент теплопроводности неподвижного воздуха при средней температуре воздушной прослойки, Вт/(м·°C);
 λ_2 – коэффициент конвективной теплопередачи, зависящий от толщины воздушной прослойки, температуры воздуха в ней, разности температур на поверхностях воздушной прослойки и расположения прослойки в ограждении, Вт/(м·°C).

Термическое сопротивление воздушной прослойки без фольгированного утеплителя, м²·°C/Вт, определяем по формуле:

$$R_{в.п.} = \frac{\tau_{1в.п.} - \tau_{2в.п.}}{Q_{рез.изл.} + Q_{к.т.}}$$

Второй этап

Проводим повторный пересчет многослойной стены, принимая R_0 и термическое сопротивление воздушной прослойки равными рассчитанным ранее значениям.

Определяем распределение температур по сечению стены и вычисляем значение температурного перепада, °C, на поверхностях, обращенных в воздушную прослойку:

$$\Delta \tau_{в.п.}^{II \text{ этап}} = \Delta \tau_{1в.п.} - \Delta \tau_{2в.п.},$$

Определяем результирующий тепловой поток излучением, Вт/м², когда одна из поверхностей выполнена из отражательной изоляции из алюминиевой фольги с коэффициентом излучения 0,5 Вт/(м²·К⁴):

$$Q_{рез.изл.}^{II \text{ этап}} = \frac{1}{\frac{1}{C_{1в.п.}} + \frac{1}{C_{2в.п.}^{фольги}} - \frac{1}{C_0}} \left[\left(\frac{\tau_{1в.п.} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\tau_{2в.п.} + 273}{100} \right)^4 \right] \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{C_{2в.п.}^{фольги}}{C_0} \right) \left(1 - \frac{C_{1в.п.}}{C_0} \right) \right]$$

Количество теплоты, передаваемое конвекцией и теплопроводностью, Вт/м², определяют по формуле:

$$Q_{\text{к.т.}}^{\text{II этап}} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\delta} \Delta \tau_{\text{в.п.}}^{\text{II этап}}$$

Термическое сопротивление воздушной прослойки с фольгированным утеплителем, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, определяем по формуле:

$$R_{\text{в.п.}}^{\text{II этап}} = \frac{\Delta \tau_{\text{в.п.}}^{\text{II этап}}}{Q_{\text{рез.изл.}}^{\text{II этап}} + Q_{\text{к.т.}}^{\text{II этап}}}$$

Третий этап

Проводим повторный пересчёт многослойной стены, принимая R_0 и термическое сопротивление воздушной прослойки равными рассчитанным ранее значениям на этапе II.

Определяем распределение температур по сечению стены и вычисляем значение температурного перепада, $^{\circ}\text{C}$, на поверхностях, обращенных в воздушную прослойку:

$$\Delta \tau_{\text{в.п.}}^{\text{III этап}} = \Delta \tau_{1\text{в.п.}} - \Delta \tau_{2\text{в.п.}},$$

Определяем результирующий тепловой поток излучением, Вт/м^2 , когда одна из поверхностей выполнена из отражательной изоляции из алюминиевой фольги с коэффициентом излучения 0,5 $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{K}^4)$:

$$Q_{\text{рез.изл.}}^{\text{III этап}} = \frac{1}{\frac{1}{C_{1\text{в.п.}}} + \frac{1}{C_{2\text{в.п.}}^{\text{фольги}}} - \frac{1}{C_0}} \left[\left(\frac{\tau_{1\text{в.п.}} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\tau_{2\text{в.п.}} + 273}{100} \right)^4 \right] \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{C_{2\text{в.п.}}^{\text{фольги}}}{C_0} \right) \left(1 - \frac{C_{1\text{в.п.}}}{C_0} \right) \right]$$

Количество теплоты, передаваемое конвекцией и теплопроводностью, Вт/м^2 . определяют по формуле:

$$Q_{\text{к.т.}}^{\text{III этап}} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\delta} \Delta \tau_{\text{в.п.}}^{\text{III этап}}$$

Термическое сопротивление воздушной прослойки с фольгированным утеплителем, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, определяем по формуле:

$$R_{\text{в.п.}}^{\text{III этап}} = \frac{\Delta \tau_{\text{в.п.}}^{\text{III этап}}}{Q_{\text{рез.изл.}}^{\text{III этап}} + Q_{\text{к.т.}}^{\text{III этап}}}$$

Четвертый этап

Проводим повторный пересчёт многослойной стены, принимая R_0 и термическое сопротивление воздушной прослойки равными рассчитанным ранее значениям на этапе III.

Определяем распределение температур по сечению стены и вычисляем значение температурного перепада, $^{\circ}\text{C}$, на поверхностях, обращенных в воздушную прослойку:

$$\Delta \tau_{\text{в.п.}}^{\text{IV этап}} = \Delta \tau_{1\text{в.п.}} - \Delta \tau_{2\text{в.п.}},$$

Определяем результирующий тепловой поток излучением, Вт/м^2 , когда одна из поверхностей выполнена из отражательной изоляции из алюминиевой фольги с коэффициентом излучения 0,5 $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{K}^4)$:

$$Q_{\text{рез.изл.}}^{\text{IV этап}} = \frac{1}{\frac{1}{C_{1\text{в.п.}}} + \frac{1}{C_{2\text{в.п.}}^{\text{фольги}}} - \frac{1}{C_0}} \left[\left(\frac{\tau_{1\text{в.п.}} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\tau_{2\text{в.п.}} + 273}{100} \right)^4 \right] \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{C_{2\text{в.п.}}^{\text{фольги}}}{C_0} \right) \left(1 - \frac{C_{1\text{в.п.}}}{C_0} \right) \right]$$

Количество теплоты, передаваемое конвекцией и теплопроводностью, Вт/м^2 . определяют по формуле:

$$Q_{\text{к.т.}}^{\text{IV этап}} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\delta} \Delta \tau_{\text{в.п.}}^{\text{IV этап}}$$

Термическое сопротивление воздушной прослойки с фольгированным утеплителем, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$,

определяем по формуле:

$$R_{\text{в.п.}}^{\text{IV этап}} = \frac{\Delta t_{\text{в.п.}}^{\text{IV этап}}}{Q_{\text{рез.изл.}}^{\text{IV этап}} + Q_{\text{к.т.}}^{\text{IV этап}}}$$

Таким образом, на основе последовательного теплотехнического расчёта многослойной стены с учётом последовательного отражения и поглощения лучистого потока вычисляем фактическое термическое сопротивление воздушных прослоек, с одной стороны которых расположена фольгированная теплоизоляция.

2.2 Результаты расчёта термического сопротивления воздушной прослойки конструкции стены с LOGICPIR в строительной системе ТН-Стена Балкон PIR

Рассматриваемая конструкция имеет следующий состав, представленный в Таблице П 1.1

Данный расчёт ведётся для конструкции балкона ТН-Стена Балкон PIR с воздушной прослойкой толщиной 5 см при наличии отражательной теплоизоляции на ее поверхности.

Таблица П 2.1 – Результаты расчёта

	Устройство ограждающей конструкции	d(мм)	d(м)	λ	C	R	T	t
внутри						0,115	20,00	2,08
1	Евровагонка	13	0,013	0,18	4,44	0,072	17,92	1,30
2	воздушная прослойка (В.П.)	50	0,05			0,489	16,62	8,84
3	PIR Балкон Ф/Ф	40	0,04	0,023	0,5	1,739	7,78	31,42
4	Кирпичная кладка	250	0,25	0,7		0,357	-23,64	6,45
						0,050	-30,10	0,90
снаружи							-31,00	
					R _к	2,658		
					R _о	2,823		
Приведенный коэффициент излучения	C пр.					0,487		
Количество теплоты излучением, через В.П.	Q из.					3,998339		
Результирующий тепловой поток излучением в В.П.	Q рез.из.					3,234226		
Определяем сумму к-тов λ по Табл.3 с учётом толщины В.П. и разницы температур в ней	λ1+λ2					0,0844		
Количество теплоты теплопроводностью и конвекцией, через В.П.	Q т.к.					14,91913		
Термическое сопротивление В.П.	R в.п.					0,487		

2.3 Результаты расчёта термического сопротивления воздушной прослойки конструкции стены с LOGICPIR в строительной системе ТН-Стена Баня PIR

Рассматриваемая конструкция имеет следующий состав, представленный в Таблице П 1.2

Данный расчёт ведётся для конструкции балкона ТН-Стена Балкон PIR с воздушной прослойкой толщиной 5 см при наличии отражательной теплоизоляции на ее поверхности.

Таблица П 2.2 – Результаты расчёта

	Устройство ограждающей конструкции	d(мм)	d(м)	λ	C	R	T	t
внутри						0,115	110,00	6,02

1	Евровагонка	13	0,013	0,18	4,44	0,072	103,98	3,78
2	воздушная прослойка (В.П.)	50	0,05			0,362	100,21	18,93
3	PIR Баня Ф/Ф	40	0,04	0,023	0,5	1,739	81,27	90,97
4	Кирпичная кладка	250	0,25	0,7		0,357	-9,70	18,68
						0,050	-28,38	2,62
снаружи							-31,00	

		Rk	2,530
		Ro	2,695
Приведенный коэффициент излучения	С пр.		0,487
Количество теплоты излучением, через В.П.	Q из.		17,77825
Результирующий тепловой поток излучением в В.П.	Q рез.из.		14,38069
Определяем сумму к-тов λ по Табл.3 с учётом толщины В.П. и разницы температур в ней	$\lambda_1 + \lambda_2$		0,1007
Количество теплоты теплопроводностью и конвекцией, через В.П.	Q т.к.		38,13472
Термическое сопротивление В.П.	R в.п.		0,361

2.4 Сравнение результатов расчёта

На основании расчётов можно утверждать о значительном повышении термического сопротивления воздушной прослойки, ограниченной с внутренней стороны фольгированным утеплителем.

Фактически результаты эффективности работы фольгированного утеплителя представлены в таблицах П 2.3 и П 2.4

Таблица П 2.3

Название конструкции	Термическое сопротивление воздушной прослойки, мК/Вт	Соотношение	Эквивалентная толщина LOGICPIR, мм	Стоимостной эквивалент LOGICPIR, руб.
Стена утеплителем без фольги	0,14	100%		
ТН-Стена Баня PIR, В.П. 20 мм	0,317	226,4%	7,3	94,5
ТН-Стена Баня PIR, В.П. 50 мм	0,369	263,6%	8,5	110,5

Таблица П 2.4

Название конструкции	Термическое сопротивление воздушной прослойки, мК/Вт	Соотношение	Эквивалентная толщина LOGICPIR, мм	Стоимостной эквивалент LOGICPIR, руб.
Стена утеплителем без фольги	0,185	100%		
ТН-Стена Балкон PIR, В.П. 20 мм	0,414	223,8%	9,5	123,5
ТН-Стена Балкон PIR, В.П. 50 мм	0,489	264,3%	11,3	146,9