

# Технология Термокаркаса для Ограждающих Конструкций

А.В. Нефедова<sup>1</sup>, Д.В. Немова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург,  
Политехническая ул., 29

Информация о статье    УДК 69

## Аннотация

*При энергоэффективном проектировании здания большое внимание следует уделять ограждающим конструкциям. Ограждающие стены жилых и общественных зданий определяют, как архитектурный облик объекта, так и температурно-влажностные условия внутри помещений. В данной статье рассматривается ограждающая конструкция, изготовленная по технологии термокаркаса. Разбираются основные технические решения и узлы, произведено сравнение с наиболее популярными ограждающими конструкциями жилых и общественных зданий. Произведен расчет экономической эффективности ограждающей конструкции в сравнении с другими решениями, путем анализа продажной стоимости. Сделан вывод о том, что применение термокаркаса в качестве ограждающих конструкций имеет большую эффективность в жилых и общественных зданиях, где требуется максимальная выгода по площадям, а так же в реконструируемых и надстраиваемых зданиях, где имеются ограничения по удельному весу конструкции. Произведен расчет экономической выгоды для арендодателя, в сравнении с типовыми решениями ограждающих конструкций.*

Ключевые слова: термокаркас, лстк, ограждающие конструкции, энергоэффективность, гражданское строительство, проектирование зданий, строительство, проектирование

## Содержание

1.	Введение	127
2.	Методы	127
3.	Результаты и обсуждение	129
4.	Заключение	131

### Контактный автор:

- +7(931)36-93-893, anyanefedova94@mail.ru (Нефедова Анна Владимировна, студент)
- +79218900267, nemova\_dv@spbstu.ru (Немова Дарья Викторовна, к.т.н., доцент)

## 1. Введение

Энергоэффективные технологии давно получили распространение по всему миру. Для строителей, инженеров, архитекторов и обычных граждан стало модным заботиться об энергоэффективности, экологической безопасности, пользоваться возобновляемыми источниками энергии, оптимизировать ресурсы. Но никакие энергоэффективные технологии, применяемые внутри здания не будут работать, без правильных ограждающих конструкций [1-5].

Ограждающие стены жилых и общественных зданий определяют, как архитектурный облик объекта, так и температурно-влажностные условия внутри помещений. Правильный выбор пирога ограждающих конструкций должен проводиться еще на начальном этапе разработки проекта, и ученые этому процессу так же уделяют немало внимания [6-8].

Большое количество авторов в своих статьях рассматривают энергоэффективные решения ограждающих стен. В статье [9] обращают внимание на то, что особое внимание при проектировании фасадов зданий необходимо уделять теплоизоляционным материалам. В первую очередь ограждающие конструкции сравнивают по теплоизоляционным показателям, проводя теплотехнический расчет [10].

Целью исследования является определение эффективности применения технологии термокаркаса в качестве ограждающей конструкции.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

- определение технологии термокаркаса;
- разбор принципиального состава и способа крепления;
- сравнение термокаркаса с типовыми решениями ограждающих конструкций;
- определение экономической эффективности.

## 2. Методы

Ограждающая стена по каркасной технологии с применением термокаркаса применяется как самостоятельное самонесущее стеновое ограждение [11-15].

Область применения не ограничивается частными одноэтажными строениями. Технология термокаркаса применима для многоэтажных зданий общественного значения:

торговых, выставочных, многофункциональных и бизнес центров;

возможно использование каркасных легких стен и в строительстве заводских, складских и административных корпусов.

В каркасные стены возможно интегрирование оконных, дверных конструкций, выполнение широкого витражного остекления, в последнем случае прочность и целостная работа конструкции обеспечивается установкой фахверка.

Преимуществом легких стен можно отметить:

быстровозводимость;

независимость от времени года (отсутствие мокрых процессов);

легковесность;

возможность исполнения различного эстетичного внешнего вида, за счет применения разнообразных отделочных материалов;

сравнительно не большая толщина стенового пирога;

увеличение площади помещения, за счет навесной конструкции легкой стены, в то время как стандартные решения ограждающих стен опираются на перекрытия и крадут полезную площадь.

### **Состав ограждающей конструкции из термокаркаса:**

стальные оцинкованные термопрофиля, соединенные между собой саморезами. Быстровозводимый металлокаркас имеет в своем составе вертикальные стойки, горизонтальные направляющие и соединительные элементы;

эффективный утеплитель (минераловатные базальтовые плиты и др. в зависимости от конструктивного решения). Утеплитель должен быть негорючим, экологически безопасным и должен обеспечивать высокие теплофизические параметры;

ветрозащита и пароизоляция;

гипсокартонные листы с внутренней стороны стены (возможно применение других материалов);

—система наружного фасада. В данной технологии облицовочным материалом может служить любая конструкция от навесного вентилируемого фасада, так и «мокрый» фасад с применением штукатурных смесей по аквапанелям [16-21].

Для металлических конструкций наружных стен используют просечный профиль – термопрофиль [22-27]. Термощели (перфорация) стенки термопрофиля значительно снижают массу металлокаркаса и сокращают потери тепла через термопанель. Это достигается за счет удлинения пути холодного потока и особенности краевых свойств прорезей. Толщина материала термопрофиля также влияет на снижение потерь, которые могут быть меньше, чем теплопотери для строений с каркасом из цельного дерева. Перфорированный термопрофиль выполняют высотой сечения 100, 120, 150, 175, 200 и 250 мм. Масса

цинкового покрытия - не менее 275 г/м<sup>2</sup>, что соответствует толщине слоя цинка 20 мкм с обеих сторон. После проделывания отверстий в термопрофиле отпадает необходимость в какой-либо дополнительной обработке, так как слой цинка обладает «залечивающим эффектом», т.е. переходит на незащищенные поверхности.

Ветрозащита наружной стены формируется из водоупорной ветрозащитной мембраны. Наиболее важной функцией ветрозащиты является сохранение тепла за счет предохранения теплоизоляции от воздействия потока воздуха, циркулирующего в вентилируемом зазоре (относительного ветра). Качество ветрозащиты зависит от того, насколько герметичны материалы сами по себе, и от того, насколько герметичны соединения.

Пароизоляционный барьер легкой стены, как правило, состоит из устойчивой к старению гидроизоляционной мембраны. Паробарьер необходимо располагать как можно ближе к теплой стороне стены. Если внутренняя часть наружной стены состоит из двух слоев гипсовых листов (ГВЛ/ГКЛ), то мембрану рекомендуется располагать между этими листами. Если применяется только один слой гипсовых листов, то паронепроницаемый барьер монтируют между термопрофилями металлокаркаса и гипсовым листом. Для лучшей эффективности энергосбережения возможно применение гидроизоляционной мембраны с фальгированным «отражающим» слоем.

Соединение мембран должно иметь перехлест как минимум 110 мм. Для минимизации количества соединений рекомендуется использование большеформатной мембраны. По возможности следует избегать проделывания отверстий в мембранах для подведения коммуникаций через наружные стены.

Теплоизолирующая эффективность термопрофиля металлической конструкции наружной стены зависит от минимизации «мостиков холода», типа изоляционного материала и способа его укладки, наличия хорошей ветрозащиты и паронепроницаемого барьера. В основном, в качестве утеплителя применяют минераловатные базальтовые плиты (МВП). Является важным полное заполнение утеплителем всех полостей каркаса, особенно в узлах сопряжения термопрофилей. Для этого при заполнении МВП их размеры должны быть больше (обычно на 5 мм) по длине и ширине, чем размеры между стоечными термопрофилями. Толщина МВП должна соответствовать ширине термопрофиля металлической конструкции каркаса. Для снижения теплопередачи вертикальный и горизонтальный термопрофиль имеют специальную перфорацию по стенке, отверстия (просечки); применяется оправданно тонкая сталь и устанавливается минимально допустимое по расчету число термопрофилей.

#### Схема крепления

Стойки каркаса легкой стены имеют крепление, как к плитам перекрытия, так и к дополнительному фахверку (по расчету, в зависимости от высоты этажа).

Пример узла крепления стойки легкой стены к несущим конструкциям представлен на рисунке 1.

Несущий кронштейн термокаркаса крепится сверху на плиту перекрытия. В светопрозрачных ограждающих конструкциях принято крепиться в торец перекрытия, но именно в торцах плит сосредоточено большое количество арматуры и присутствует угроза «расшатывания» анкеров от действия ветровой нагрузки, что может значительно повредить защитный слой арматуры.

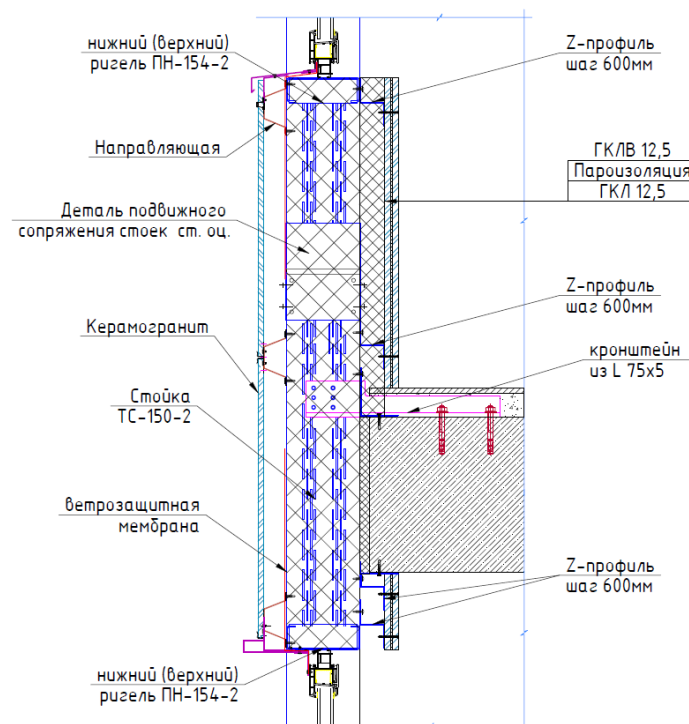


Рисунок 1. Узел крепления термокаркаса к несущим конструкциям (плита перекрытия).

### 3. Результаты и обсуждение

Проведем сравнение типовых составов ограждающих конструкций с ограждающей стеной из термокаркаса. Для сравнительного анализа выбраны наиболее популярные пироги ограждающих стен. В качестве наружной отделки принят навесной вентилируемый фасад с облицовкой керамогранитными плитами (рисунок 2). Внутренняя отделка представляет собой слой цементно-песчаной штукатурки толщиной 30 мм (в конструкции сэндвич панелей внутренняя отделка отсутствует).

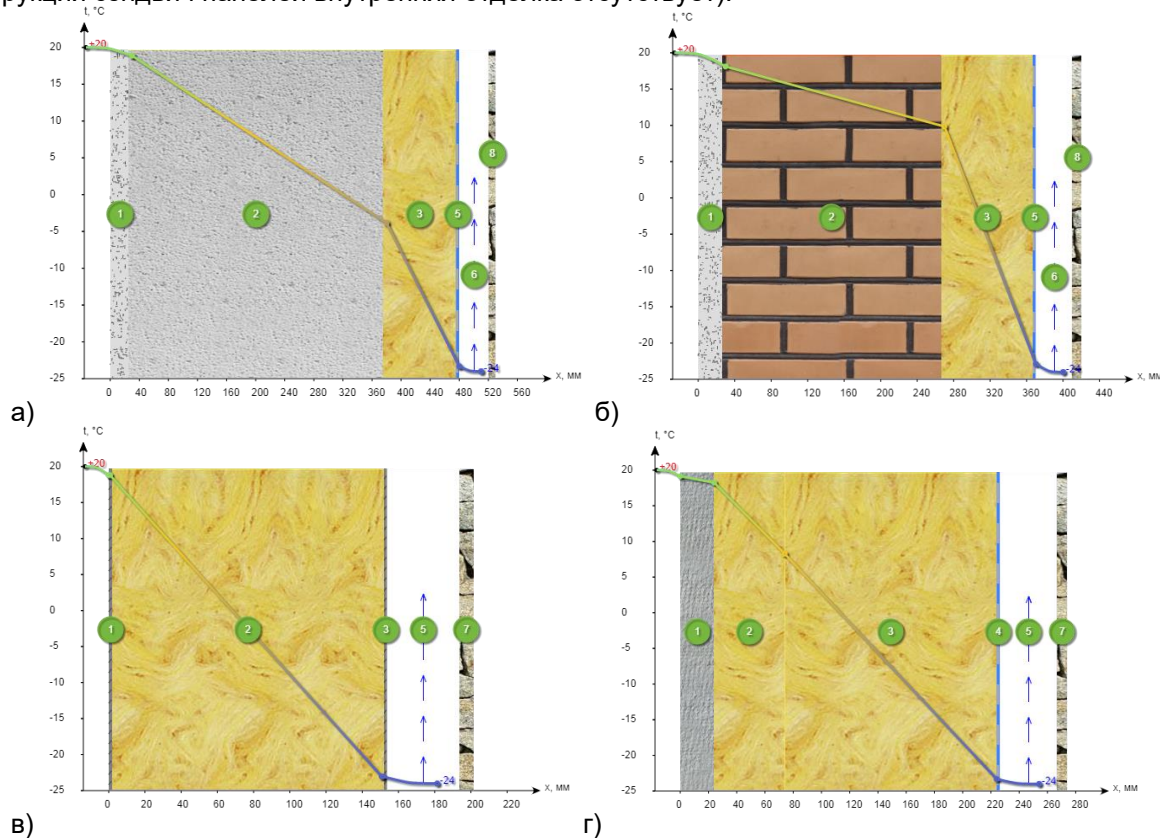


Рисунок 2. Различные варианты ограждающих конструкций для сравнения .

Определим следующие критерии для сравнения типовых ограждающих конструкций и термокаркаса:

- Вес конструкции;
- Толщина и укрываемая площадь;
- Продажная стоимость;
- Определение веса конструкции.

Определим вес типов конструкций за 1 метр квадратный фасада. Для этого воспользуемся характеристиками материалов некоторых известных производителей (Таблица 1).

Таблица 1. Расчет веса пирога за 1 м.кв. фасада.

Материал	Плотность, [кг/м.куб]	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
		Вес, [кг/м.кв.]			
Керамогранит, толщина 11 мм	2400	26,4	26,4	26,4	26,4
Ветрозащита TEND		0,240	0,240	0,240	0,240
Утеплитель ТехноНиколь ТЕХНОВЕНТ ОПТИМА 100 мм	90	9	9	9	9
Утеплитель ТехноНиколь ТЕХНОБЛОК 150 мм, 50 мм	40			8	
Оцинкованная подсистема для навесного фасада (направляющие, кронштейны, клеммера, заклепки)		x	x		

Оцинкованная подсистема (омега-профиль, кляммера, заклепки)				x	X
Стеновой теплоизоляционно-конструкционный блок D400 350 мм	400	140			
Кирпич рядовой пустотелый М150, в 2 ряда	1000		240		
Термопрофиль					x
Цементно-песчаный штукатурный слой 30 мм	1500	45	45		
Сэндвич панель 150 мм				26,5	
ГКЛ 12,5 мм, ГКЛВ 12,5 мм					24,5
Итого, кг/м.кв.:		220,64	320,64	62,14	68,14

Из полученных результатов очевидно, что конструкция термопрофиля и сэндвич панелей не уступают стандартным слоистым ограждающим конструкциям.

Знание веса ограждающей конструкции очень важно для реконструируемых и надстраиваемых зданий и сооружений. Из-за наличия существующего запроектированного фундамента необходимо находить наиболее рациональные решения по весу стен, чтобы излишне не нагружать несущие конструкции.

Укрываемая площадь.

Для реконструируемых и надстраиваемых зданий, целью которых служит получение коммерческой выгоды (жилая площадь, арендуемая площадь) очень важно максимально полезно использовать площадь этажей.

В таблице 2 проведено сравнение толщин выбранных типовых конструкций, а так же укрываемой площади на 1 п.м ограждающей конструкции.

Таблица 2. Сравнение толщин типовых конструкций и укрываемой площади.

	Толщина пирога, мм	Площадь стены [м.кв/ м.п]	Занимаемая площадь стены длиной 10 м.п [м.кв]	Стоимость «занимаемой» площади [руб]
Тип 1	530	0,53	5,3	609 303,9
Тип 2	420	0,42	4,2	482 844,6
Тип 3	200	0,2	0	0
Тип 4	275	0,275	0,75	86 222,3

Стены типа 1 и 2 полностью опираются на плиту перекрытия, это означает, что при условной длине ограждающей стены равной 10 п.м, занимаемая площадь будет соответственно 5,3 м.кв и 4,2 м.кв. Сэндвич панель и термокаркас навешиваются на плиты перекрытия или металлических фахверк с внешней стороны, но термокаркас «скрадывает» 0,075 м.кв/м.п площади за счет утеплителя и гипсокартона (что на 10 м.п составит 0,75 м.кв). Согласно данным сайта Domofond.ru [28] средняя стоимость покупки квадратного метра в Санкт-Петербурге в феврале 2018 года составляет 114 963 рублей. Отсюда можно сделать вывод, что конструкции типа 1 и 2 невыгодны для арендодателей.

Продажная стоимость

В таблице 3 сравним продажную стоимость квадратного метра конструкции с учетом внутренней и наружной отделки. Материал подсистемы для НВФ - оцинкованная сталь.

Таблица 3. Продажная стоимость различных типов конструкций.

	Экономические показатели			
	Стоимость внутренней отделки, [р/м.кв.]	Стоимость стены, [р/м.кв.]	Стоимость внешней облицовки, [р/м.кв.]	Итого стоимость, [р/м.кв.]
Тип 1	590	3 016	2 470	6 076
Тип 2	590	2 912	2 470	5 972
Тип 3	-	2 535	2 470	5 005
Тип 4	300	2 300	2 470	5 070



В Санкт-Петербурге есть несколько объектов, в которых используется технология термокаркаса для ограждающих конструкций. На рисунке 3 показаны основные этапы монтажа легкой стены. В первую очередь, происходит монтаж горизонтальных и вертикальных (рис.3, а) термопрофилей на кронштейнах к несущим конструкциям. Далее термопрофиль заполняют эффективным утеплителем, монтируют кронштейны для навесного фасада и накрывают ветрозащитой (рис.3, б). Третьим этапом производят монтаж облицовки, с одновременным устройством внутреннего слоя из пароизоляции и гипсокартона (рис.3, в)



Рисунок 3. Последовательность возведения ограждающей стены по технологии термокаркаса в здании бизнес-центра по адресу г.Санкт-Петербург, ул.Цветочная, д.25, лит Ц.

#### 4. Заключение

Из полученных результатов, очевидно, что конструкция термопрофиля и сэндвич панелей не уступают стандартным слоистым ограждающим конструкциям. Знание веса ограждающей конструкции очень важно для реконструируемых и надстраиваемых зданий и сооружений. Из-за наличия существующего запроектированного фундамента необходимо находить наиболее рациональные решения по весу стен, чтобы излишне не нагружать несущие конструкции.

Для реконструируемых и надстраиваемых зданий, целью которых служит получение коммерческой выгоды (жилая площадь, арендуемая площадь) очень важно максимально полезно использовать площадь этажей. Конструкции термопрофиля и сэндвич панелей опять же показали наилучшие результаты по «экономии» полезной площади. Однако, когда речь идет о коммерческих площадях, немаловажным фактором служит и внешний вид ограждающих конструкций. Сэндвич панели не могут похвастаться презентабельным видом со стороны помещения и требуют дополнительной облицовки.

Средняя продажная стоимость квадратного метра ограждающих конструкций влияет на общую стоимость объекта недвижимости. Технология с применением термокаркаса выгодно отличается от типовых решений ограждающих конструкций.

Немаловажным преимуществом стены по технологии термокаркаса является быстровозводимость и независимость от погодных условий. Типы стен 1 и 2 имеют в своем составе «мокрые» процессы, которые не позволяют проводить монтажные работы в зимний период, либо значительно повышают продажную стоимость за счет использования морозостойких добавок, не исключая появления высолов и уменьшающих общую прочность растворов.

Таким образом, использование ограждающих стен по технологии термокаркаса рекомендуется для объектов:

1. реконструируемых и надстраиваемых (низкий вес);
2. где важна максимальная полезная площадь (сдача в аренду, продажа);
3. для уменьшения трудозатрат при возведении ограждающих конструкций;
4. для исключения «мокрых» процессов (смеси и растворы);
5. для повышения уровня энергоэффективности здания.

#### Литература

- [1]. Матвеев А.В., Овчинников А.А. Разработка энергоэффективных крупнопанельных ограждающих конструкций // Жилищное строительство. 2014. №10. С. 19-23.
- [2]. Афанасьев А.А., Жунин А.А. Инновационная технология возведения навесных вентилируемых фасадов в гражданском строительстве // Вестник МГСУ. 2017. Том 12. № 9(108). С. 981-989.
- [3]. Селютин Л.Ф. Энергоэффективные конструкции в домостроении республики Карелия // Ученые записки

#### References

- [1]. Matveev A.V., Ovchinnikov A.A. Development of energy efficient large-panel fixing constructions // Housing Construction. 2014. №10. Pp. 19-23. (rus)
- [2]. Afanas'yev A.A., Zhunin A.A. Innovative technology of installation of hinged ventilated facades for civil construction // Vestnik MGSU. 2017. Volume 12. № 9(108). Pp. 981-989. (rus)
- [3]. Selyutina L.F. Proceedings of Petrozavodsk State University. 2012. № 8-2 (129). Pp. 73-76. (rus)

- петрозаводского государственного университета. 2012. № 8-2 (129). С. 73-76.
- [4]. Горшков А.С., Войков И.А. Пути повышения энергоэффективности ограждающих конструкций зданий // Сборник трудов II Всероссийской конференции «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций». 2009. С. 45–48.
- [5]. Доможиллов В.Ю., Деметьева А.В. Методика выбора оптимального решения ограждающих конструкций в процессе эксплуатации зданий // Устойчивое развитие науки и образования. 2017. №8. С. 136-141.
- [6]. Tarasova D.S., Petritchenko M.R. Buildings quasi-stationary thermal behavior // Magazine of Civil Engineering. 2017. № 4(72). Pp. 28-35.
- [7]. Parasonis J., Kezikas A. Increasing Energy Efficiency of the Translucent Enclosure Walls of a Building // Procedia Engineering. 2013. № 57. Pp. 869–875.
- [8]. Borodinecs A., Gaujena B. The implementation of building envelopes with controlled thermal resistance // 10th International Conference on Healthy Buildings. 2012. Pp. 1715–1722.
- [9]. Кирюдчева А.Е., Шишкина В.В., Немова Д.В. Энергоэффективность ограждающих конструкций общественных зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 5 (44). С. 19-30.
- [10]. Ватин Н.И., Немова Д.В. Повышение энергоэффективности зданий детских садов // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. №3, С. 52-76.
- [11]. Ватин Н.И., Кузьменко Д.В. Инженерные решения ограждающих конструкций на базе термопанелей // VII Международная конференция «Научно-технические проблемы прогнозирования надежности и долговечности конструкций и методы их решения». RELMAS-2008. С. 50-57.
- [12]. Кузьменко Д.В., Ватин Н.И. Ограждающая конструкция «нулевой толщины» – термопанель // Инженерно-строительный журнал. 2008. № 1. С. 13-21.
- [13]. Жмарин Е.Н. Технология будущего - строительство облегченных зданий и сооружений с применением термопрофилей и лёгких балок // Стройпрофиль. 2004, №5(35). С.83.
- [14]. Ватин Н.И., Кузьменко Д.В. Новый тип ограждающий конструкции - ТЕРМОПАНЕЛЬ // Стройпрофиль. 2008. № 6. С. 32-36.
- [15]. Орлова А. В., Жмарин Е. Н., Парамонов К. О. Энергетическая эффективность домов из ЛСТК // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 6(11). С. 1-13.
- [16]. Ругалев М.М., Сычкина Е.Н. Энергоэффективные вентилируемые ограждающие конструкции как система активного энергосбережения // MASTER'S JOURNAL. 2017. № 2. С. 104-112.
- [17]. Ахьяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Принципы проектирования и оценки наружных ограждающих конструкций с использованием современных технологий «активного» энергосбережения и рекуперации теплового потока // Жилищное строительство. 2014. № 6. С. 8-13.
- [18]. Balocco C. A simple model to study ventilated facades energy performance // Energy and Buildings. 2002. № 34 (5). Pp. 469–475.
- [19]. Lopez F.P., Jensen R.L., Heiselberg P., Santiago M.R.A. Experimental analysis and model validation of an opaque ventilated facades // Building and Environment. 2012. № 56. Pp. 265–275.
- [20]. Vatin N., Petrichenko M., Nemova D. Hydraulic methods for calculation of system of rear ventilated facades // Applied Mechanics and Materials. 2014. № 633–634. Pp. 1007– 1012.
- [21]. Miftakhova D.R., Nemova D.V. Construction of the air gap with variable width in the double-skin facades // Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. №4 (43). С. 34-45
- [22]. Al'khimenko A.I., Vatin N.I., Rybakov V.A. SPb. Publishing house SPbODZPP, 2008. P. 27.(rus)
- [23]. Lalin V.V., Rybakov V.A. Magazine of Civil Engineering. 2011. №8(26). Pp. 69-80. (rus)
- [4]. Gorshkov A.S., Voykov I.A. Sbornik trudov II Vserossiyskoy konferentsii «Stroitel'naya teplofizika i energoэффективnoe proektirovanie ograzhdayushchikh konstruksiy». 2009. Pp. 45–48. (rus)
- [5]. Domozhilov V.Yu., Dement'yeva A.V. Method of selecting the optimum solution of enclosing structures in the process of exploitation of buildings // Sustainable development of science and education. 2017. №8. Pp. 136-141. (rus)
- [6]. Tarasova D.S., Petritchenko M.R. Buildings quasi-stationary thermal behavior // Magazine of Civil Engineering. 2017. № 4(72). Pp. 28-35.
- [7]. Parasonis J., Kezikas A. Increasing Energy Efficiency of the Translucent Enclosure Walls of a Building // Procedia Engineering. 2013. № 57. Pp. 869–875.
- [8]. Borodinecs A., Gaujena B. The implementation of building envelopes with controlled thermal resistance // 10th International Conference on Healthy Buildings. 2012. Pp. 1715–1722.
- [9]. Kiryudcheva A.E., Shishkina V.V., Nemova D.V. Energy efficiency of enclosing constructions of public buildings // Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. № 5 (44). Pp. 19-30.(rus)
- [10]. Vatin N.I., Nemova D.V. Increase of power efficiency of buildings of kindergartens // Construction of Unique Buildings and Structures. 2012. №3, Pp. 52-76. (rus)
- [11]. Vatin N.I., Kuz'menko D.V. VII Mezhdunarodnaya konferentsiya «Nauchno-tekhicheskie problemy prognozirovaniya nadezhnosti i dolgovechnosti konstruksiy i metody ikh resheniya». RELMAS-2008. Pp. 50-57. (rus)
- [12]. Kuz'menko D.V., Vatin N.I. Magazine of Civil Engineering. 2008. № 1. Pp. 13-21. (rus)
- [13]. Zhmarin E.N. Stroyprofil'. 2004, №5(35). Pp.83. (rus)
- [14]. Vatin N.I., Kuz'menko D.V. Stroyprofil'. 2008. № 6. Pp. 32-36. (rus)
- [15]. Orlova A. V., Zhmarin E. N., Paramonov K. O. Construction of Unique Buildings and Structures. 2013. № 6(11). Pp. 1-13. (rus)
- [16]. Rugalev M.M., Sychkina E.N. Energy-efficient ventilated enclosing structures as an active energy saving system // MASTER'S JOURNAL. 2017. № 2. Pp. 104-112. (rus)
- [17]. Akhmyarov T.A., Spiridonov A.V., Shubin I.L. Housing Construction. 2014. № 6. Pp. 8-13. (rus)
- [18]. Balocco C. A simple model to study ventilated facades energy performance // Energy and Buildings. 2002. № 34 (5). Pp. 469–475.
- [19]. Lopez F.P., Jensen R.L., Heiselberg P., Santiago M.R.A. Experimental analysis and model validation of an opaque ventilated facades // Building and Environment. 2012. № 56. Pp. 265–275.
- [20]. Vatin N., Petrichenko M., Nemova D. Hydraulic methods for calculation of system of rear ventilated facades // Applied Mechanics and Materials. 2014. № 633–634. Pp. 1007– 1012.
- [21]. Miftakhova D.R., Nemova D.V. Construction of the air gap with variable width in the double-skin facades // Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. №4 (43). С. 34-45
- [22]. Al'khimenko A.I., Vatin N.I., Rybakov V.A. SPb. Publishing house SPbODZPP, 2008. P. 27.(rus)
- [23]. Lalin V.V., Rybakov V.A. Magazine of Civil Engineering. 2011. №8(26). Pp. 69-80. (rus)

- стальных тонкостенных конструкций. СПб. Изд-во СПбОДЗПП, 2008. С. 27.
- [23]. Лалин В.В., Рыбаков В.А. Конечные элементы для расчета ограждающих конструкций из тонкостенных профилей // Инженерно-строительный журнал. 2011. №8(26). С. 69-80.
- [24]. Рыбаков В.А. Применение полусдвиговой теории В.И. Сливкера для анализа напряженно-деформированного состояния систем тонкостенных стержней. Дис. на соиск. учен. степ. к.т.н. Спец: 01.02.04 Санкт-Петербург. 2012. 184 с.
- [25]. Рыбаков В.А., Гамаюнова О.С. Влияние перфорации стенки на несущую способность термопрофилей // Журнал для профессионалов «СтройПРОФИль». 2008. № 1(63). С. 128-130.
- [26]. Lalin V.V., Rybakov V.A., Sergey A. The Finite Elements for Design of Frame of Thin-Walled Beams // Applied Mechanics and Materials. 2014. № 578-579. Pp 858-863.
- [27]. БалтПрофиль. Производство, проектирование и строительство из ЛСТК [Электронный ресурс]. Систем. требования: Internet Explorer. URL: <http://www.baltprofile.ru/> (дата обращения: 31.03.2018).
- [28]. ДОМОФОНД [Электронный ресурс]. Систем. требования: Internet Explorer. URL: <https://www.domofond.ru/> (дата обращения: 25.03.2018).
- [24]. Rybakov V.A. Dis. na soisk. uchen. step. k.t.n. Spets: 01.02.04 Saint-Petersburg. 2012. 184 p. (rus)
- [25]. Rybakov V.A., Gamayunova O.S. Zhurnal dlya professionalov «StroyPROFIL'». 2008. № 1(63). Pp. 128-130. (rus)
- [26]. Lalin V.V., Rybakov V.A., Sergey A. The Finite Elements for Design of Frame of Thin-Walled Beams // Applied Mechanics and Materials. 2014. № 578-579. Pp 858-863.
- [27]. BaltProfil'. Proizvodstvo, proektirovanie i stroitel'stvo iz LSTK [Electronic resource]. Systems. demands: Internet Explorer. URL: <http://www.baltprofile.ru/> (date of the application: 31.03.2018).
- [28]. 28. DOMOFOND [Electronic resource]. Systems. demands. URL: <https://www.domofond.ru/> (date of the application: 25.03.2018).

*Нефедова А.В., Немова Д.В., Технология Термокаркаса для Ограждающих Конструкций// Alfabuild. 2018. №4(6). С. 126-134*

*Nefedova A., Nemova D. Light Wall Technology for Enclosing Structures. Alfabuild, 2018, 4(6), Pp. 126-134(rus)*



---

## Light Wall Technology for Enclosing Structures

A. Nefedova<sup>1</sup>, D. Nemova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

---

Article info                      review article

### Abstract

*Fencing structures are an important part of a building with energy-efficient design. Fencing walls of residential and public buildings determine architectural appearance of an object and temperature and humidity conditions inside premises. In this article we study a enclosing structure, manufactured using technology of a thermal frame. Main technical solutions and components were dismantled, a comparison with the most popular enclosing structures of residential and public buildings was made. The calculation of the economic efficiency of the enclosing structure in comparison with other solutions was made by analyzing selling value. It was considered that use of a thermo frame as a fencing structure has great efficiency in residential and public buildings where maximum benefit is required in areas, as well as in reconstructed and built-up buildings where there are restrictions on specific weight of a structure. Calculation of economic benefits for a landlord was made.*

Keywords:                      Light Wall, LSTC, building envelop, energy efficiency, civil engineering, structural engineering, building, construction

---

---

*Corresponding author*

1. +7(931)36-93-893, anyanefedova94@mail.ru (Nefedova Anna, Student)
2. +79218900267, nemova\_dv@spbstu.ru (Nemova Darya, PH.D., Associate Professor)