

---

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ УСТРОЙСТВ ПО УТЕПЛЕНИЮ УЗЛОВ СОПРЯЖЕНИЯ СТЕН С ДИСКОМ ПЕРЕКРЫТИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ**

**Кузнецов Анатолий В.**  
[vsevolodowich@gmail.com](mailto:vsevolodowich@gmail.com)

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора  
Александра I  
Московский пр. 9, 190031, г. С-Петербург  
РОССИЯ*

**Ключевые слова:** *климат, конструкции диска перекрытий, теплотехнические дефекты, повышение теплотехнических качеств.*

**Аннотация:** *В статье описываются вопросы связанные с климатическими особенностями, произошедшими в Российской Федерации. Приводятся наиболее распространённые конструктивные типы ограждающих конструкций с выявленными теплотехническими дефектами. Дан анализ результатам теплотехнических расчётов исследуемых конструкций, полученных в ходе численного моделирования. Даются рекомендации и предлагаются различные варианты утепления конструктивных решений узлов сопряжения стен с диском перекрытия в монолитных зданиях, с целью повышения теплотехнических качеств ограждающих конструкций.*

Последствия изменения глобального климата на территории Российской Федерации приносят колоссальный ущерб хозяйственно-экономической деятельности целого ряда регионов. Со стороны государства, президентом РФ в 17 декабря 2009 г. была принята Климатическая доктрина, в которой констатируется существование подобного рода проблем, даётся качественная оценка глобальному потеплению, устанавливается область рисков, рассматриваются задачи по обеспечению и реализации целого комплекса мер по адаптации и смягчению антропогенного воздействия на климат [1]. На макро- и микроэкономическом уровнях поставленные задачи также решаются и в строительном секторе, направленные на повышение энергоэффективности зданий.

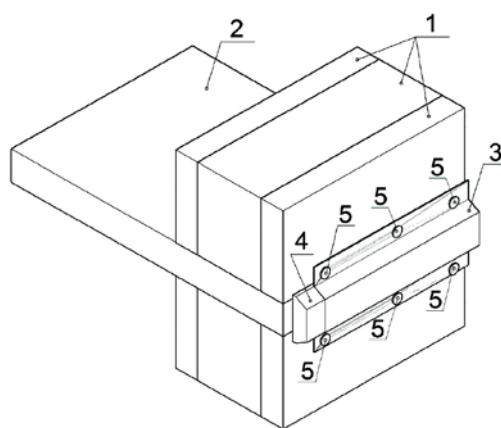
В Российской Федерации широкое распространение получили технологии возведения зданий монолитной конструкции с перекрёстно-стеновой конструктивной системой. Во многом это связано с более индустриальными методами возведения зданий такого типа, изменениями нормативных требований к уровню теплоизоляции наружных ограждений в сторону их ужесточения. В сфере строительства, поставленные задачи по должному исполнению Федеральных законов предусматриваются соответствующими проектными решениями, которые позволяют

исключить нецелесообразные затраты при использовании энергоресурсов в процессе эксплуатации зданий и сооружений.

Проводимые натурные исследования по оценке теплотехнических качеств монолитных домов в г. С-Петербурге показали, что в таких домах имеется целый ряд теплотехнических дефектов. Различные варианты существующих конструктивных решений были просчитаны в программном комплексе и выявили некоторую сопоставимость с результатами натурных обследований, включая тепловизионную съёмку. Натурные обследования по оценке теплотехнических качеств, а также результаты расчётно-экспериментальных исследований описаны в [2]. В данной статье представлены два варианта устройств для утепления наружной стены здания.

Устройство для утепления наружной стены здания (вариант 1) представляет собой каркас трапецеидальной формы, образованный путём сопряжения вертикальных стенок и наклонных поверхностей, обеспечивающих отвод атмосферных осадков. В образованном пространстве между каркасом и наружной стеной размещается теплоизоляционный материал. На опорных участках устройства, вертикальные стенки по краям содержат отверстия под дюбель-анкеры, заходящие в наружную стену. На рис. 1 изображён вертикальный разрез устройства для утепления наружной стены в местах выхода торца диска перекрытия.

Конструкция каркаса может быть выполнена из металлического профиля, например: оцинкованной стали, алюминия, дюралюминия, или атмосферостойкого полимера, например: стеклопластика, углепластика, сферопластика. Содержащийся в каркасе слой теплоизоляционного материала, например: экструдированный пенополистирол, минеральная вата (каменная вата; стекловата), не снижает требуемый уровень тепловой защиты здания. Вертикальные стенки каркаса, включающие в себя отверстия, при помощи дюбель-анкеров крепятся к наружной стене здания. При этом, расположенные по краям каркаса вертикальные стенки в точках крепления к наружной поверхности стены зафальцованы и после выполнения монтажных работ, в целях защиты от атмосферных осадков, обрабатываются водонепроницаемым материалом, например: ацетатным, полиуретановым или силиконовым герметиками. На приведённый вариант конструктивного решения получен патент на полезную модель [3].

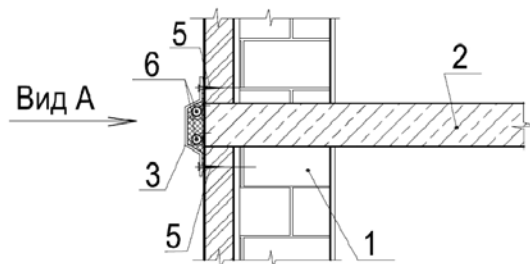


**Рис. 1 Устройство для утепления наружной стены здания**

1–Наружная стена; 2– Диск перекрытия; 3–Каркас устройства; 4– теплоизоляционный материал;  
5– Отверстия под элементы крепления

Конструктивное решение выполненное по варианту 2 состоит из слоя теплоизоляционного материала с саморегулируемыми электронагревательными кабелями, прикрепляемые к торцу диска перекрытия. На рис. 2 представлен

вертикальный разрез наружной стены в местах выхода торца диска перекрытия и предлагаемого устройства для утепления, где каркас имеет трапецидальную форму;



**Рис. 2 Устройство для утепления наружной стены здания трапецидальной формы.**

Предлагаемое устройство для утепления наружной стены здания 1 и торца диска перекрытия 2 имеет защитный каркас 3 трапецидальной формы, у которого в верхней и нижней опорных частях содержатся вертикальные стенки с отверстиями 4 под дюбель-анкеры 5, заходящие в стену 1. В конструкцию данного устройства, помимо защитного каркаса 3, также входят саморегулируемые электронагревательные кабели 6 прикрепляемые при помощи электромонтажных клипс 7 и фиксируемых с определённым шагом дюбелями 8 к торцу диска перекрытия 2. Слой теплоизоляционного материала 9 заполняет образовавшееся пространство между конструкцией каркаса 3 и саморегулируемыми электронагревательными кабелями 6.

Каркас 3 конструкции устройства в сечении представляет собой трапецидальную (рис. 2) При этом, материал исполнения каркаса может быть различным, например:

- металлический профиль: алюминий, дюралюминий, оцинкованная сталь;
- профиль из термо- и атмосферостойких полимеров: углепластик, стеклопластик, сферопластик.
- профиль с применением композитных материалов, сочетающих в себе два выше указанных признака, например: металлический профиль и один из предложенных термо- и атмосферостойких полимеров.

Концы саморегулируемых электронагревательных кабелей 6 прикрепляемые по длине или периметру фасада при помощи электромонтажных клипс 7 фиксируются с определённым шагом дюбелями 8 к торцу диска перекрытия 2 и могут иметь поэтажную разводку через сквозные каналы в стене 1, на промежуточных маршах подъезда дома с подсоединением к электрощиту каждого этажа, или могут быть направлены вниз по стене здания 1 с образованием замкнутого контура, присоединённого клеммами для подключения к сети электропитания, находящимся снаружи или внутри здания. В качестве источника электропитания может быть использовано сетевое напряжение. Работа предлагаемого устройства осуществляется в автоматическом режиме. Саморегулируемый электронагревательный кабель 6 представляет собой две гибких нагревательных ленты промышленного производства, например, типа ЭНГЛ-2М эффективно преобразовывающие электрическую энергию в тепловую. Для того, что бы энергоэффективность данного устройства была максимальной, в зоне обогрева торца диска перекрытия 2 между конструкцией каркаса 3 и саморегулируемыми электронагревательными кабелями 6 расположен огнестойкий теплоизоляционный материал 9, например, на основе базальтового волокна или стекловолокна. Края вертикальных стенок каркаса 3, в местах примыкания к наружной стене 1 здания, выполнены с фальцами, которые после монтажа конструкции, в целях

защиты от атмосферных осадков, обрабатываются водонепроницаемым материалом, например: ацетатным, полиуретановым или силиконовым герметиками.

Очевидно, что торцы железобетонного диска перекрытия 2, выходящие по всей плоскости фасада, являются «мостиками холода». В климатических условиях, при которых отрицательная температура наружного воздуха неудовлетворительным образом сказывается на микроклимате помещений (перепад между внутренней температурой помещения и поверхностью пола свыше допустимых значений равных  $2^0$  С, см. СНиП II.3-79\*), может потребоваться их дополнительный обогрев, который приводит к увеличению нагрузок на электросети в холодный период года. Прогрев железобетонного диска перекрытия со стороны фасада позволяет обеспечить необходимый уровень теплового комфорта жилых помещений в холодный период года, тем самым сокращая материальные затраты жильцов, связанные с использованием дополнительных электрообогревательных приборов. На приведённый вариант конструктивного решения получены патенты на полезную модель [4,5]. На рис. 3 – изображён обобщающий фронтальный вид крепления устройства к конструкции стены.

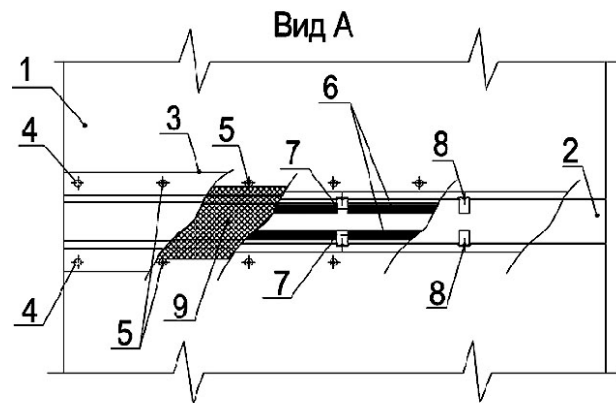


Рис. 3 Фронтальный вид крепления устройства к конструкции стены.

Для оценки эффективности описанных выше решений были проведены расчётные исследования, включающие три варианта конструкции: базовый и предлагаемые выше варианты 1,2.

В качестве базовой модели конструкции принятой в расчёте, были рассмотрены элементы плоской ограждающей конструкций, состоящей из многослойной однородной стены с толщинами  $\delta_1$  (дельта) и  $\delta_2$  (дельта) и неоднородной, представляющей собой диск перекрытия с перфорацией под теплоизоляционный компонент, имеющей высоту  $h$  и длину  $l$ . Исследуемая конструкция испытывает такие тепловые нагрузки, при которых на одной стороне, температура равна  $t_n$ , а на другой стороне, температура равная  $t_в$ . Теплообмен с окружающей средой происходит по закону конвекции. Стенка имеет температуру  $T_c$ , температура наружного воздуха –  $T_n$ ,  $\alpha_n$ ,  $\alpha_в$  (альфа) – коэффициент конвективного теплообмена на наружной и внутренней поверхности ограждающей конструкции соответственно. Данное описание справедливо и для устройства выполненного по варианту 1. Для конструкции выполненной по варианту 2, с наружной стороны стена содержит устройство, включающее каркас, в котором размещены саморегулируемые кабели, имеющие температуру  $T_k$ .

Для оценки распределения температуры по длине диска перекрытия, для всех рассматриваемых ниже случаев были приняты следующие геометрические параметры ограждающих конструкций и граничные условия:

- Наружные стены приняты толщиной 0,42 м и представляют собой однородную двухслойную конструкцию. Первый слой представлен кирпичом - 0,12м, второй

пенобетоном – 0,3 м. Высота стены составляет 0,5 м, причём по 0,25 м приходится на верх и низ перекрытия;

- Толщина перекрытия составила 0,2 м. Общая длина - 2,0 м с учётом толщины стены приходящейся на перекрытие, ширина участка принята 1,35 м.
- Пенополистирольные термовкладыши приняты размерами 0,3x0,12x0,2 м, и отстоят друг от друга на расстоянии 0,3 м.
- К границе каждой из областей расчётной модели задавались нормируемые значения температур и коэффициентов теплоотдачи. Для наружных граней температура составила  $t_{ext} = -26^{\circ}C$ , внутренних  $t_{int}^{срэд.} = 20^{\circ}C$ .
- Значения коэффициентов теплоотдачи у наружной и внутренней поверхности приняты равными  $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}C$  и  $\alpha_{int} = 8.7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}C$  соответственно.

Характеристики материалов ограждающих конструкций принятых к расчёту по каждому из вариантов приводятся в табл.1

Таблица 1

Характеристики материалов принятых к расчёту

№ п/п	Наименование материала	Плотность $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Удельная теплоёмкость $C_0$ , кДж/(кг·°C)	Теплопроводность $\lambda_B$ , Вт/(м·°C)	Толщина $\delta$ , м
1	Кирпич	1800	0,88	0,81	0,12
2	Пенобетон	300	0,84	0,13	0,3
3	Железобетон	2500	0,84	2,04	0,2
4	Теплоизоляция	100	1,34	0,032	0,2

Аналитическое решение исследуемой конструкции можно свести к определению температуры в любой точке рассматриваемого температурного поля по формуле:

$$(1) \quad t_x = t_{int} - (t_{int} - t_{ext}) \frac{R_{xi}}{R_0}, \quad \text{где}$$

$t_{int}$ - температура внутреннего воздуха,

$t_{ext}$  – температура наружного воздуха,

$R$ - сопротивление теплопередаче.

На рис. 4 представлена конструкция взятая в качестве базового варианта, где показано распределение температурных полей в толще ограждающей конструкции.

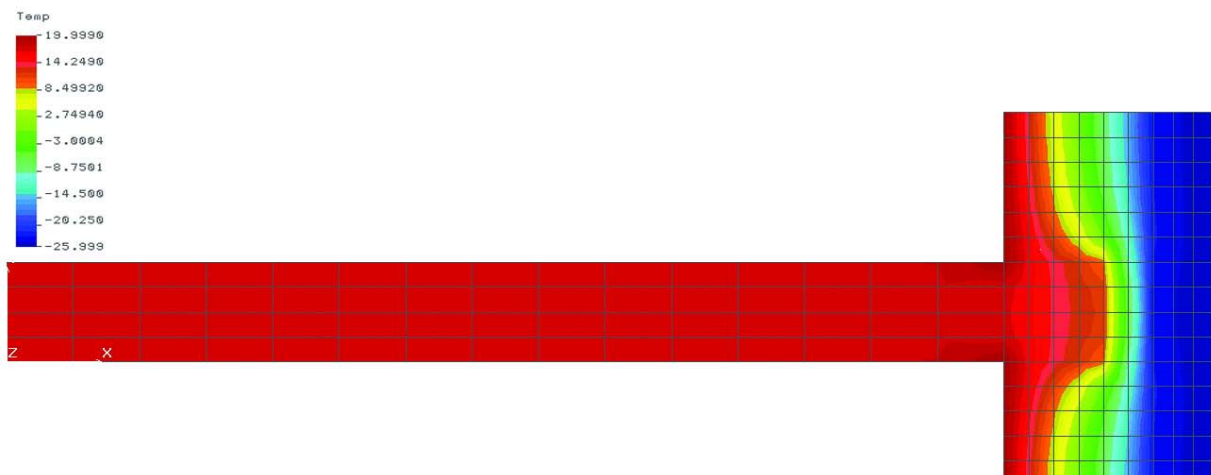
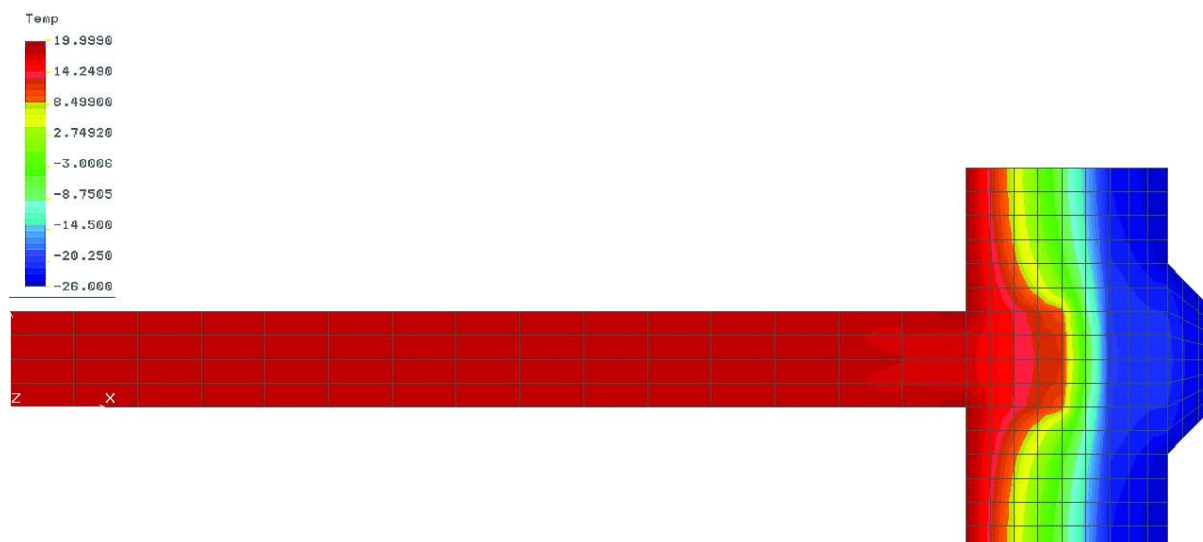
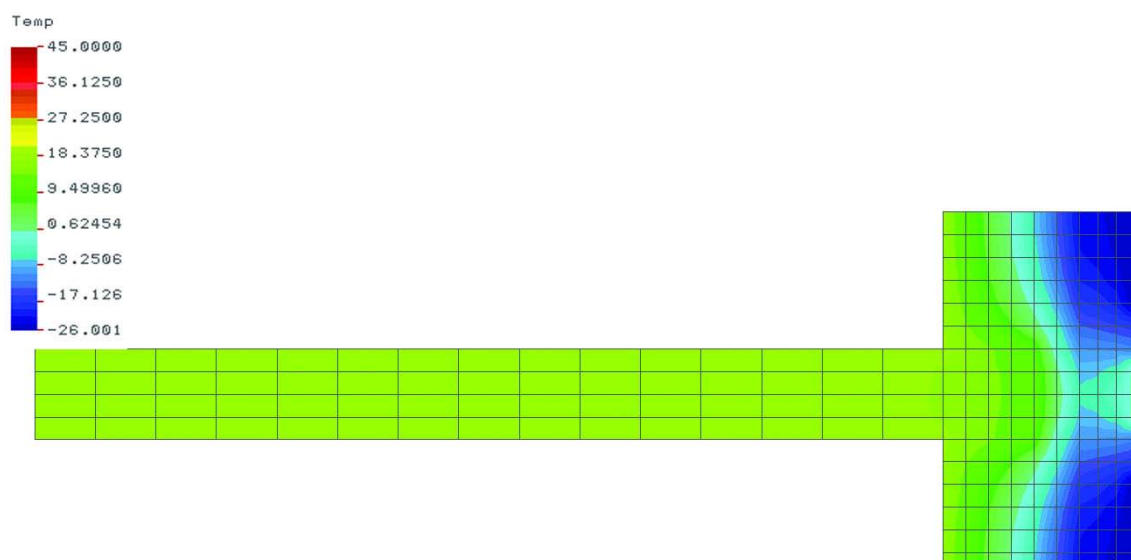


Рис. 4. Базовый вариант узла сопряжения диска перекрытия со стеной.

При расчёте конструкции были получены численные решения для варианта 1, 2 представленные на рис. 5,6.

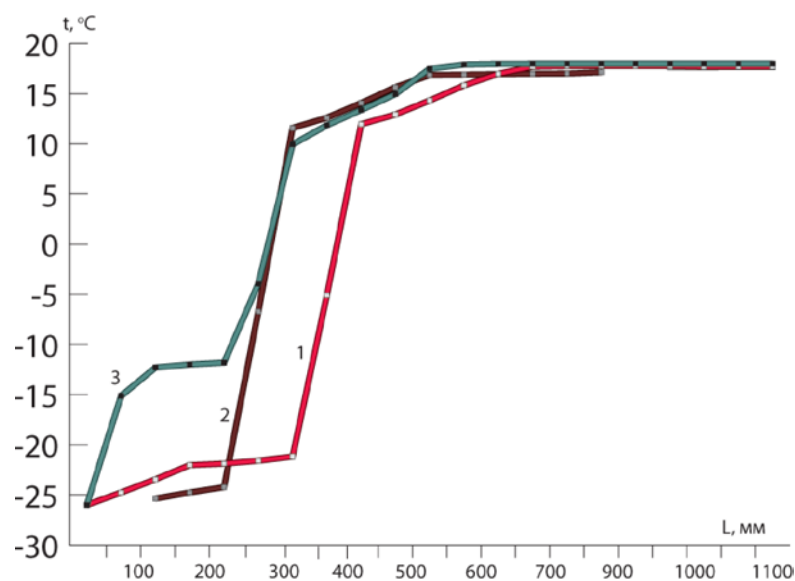


**Рис. 5. Распределение температур в устройстве для повышения тепловой защиты зданий. Вариант 1.**



**Рис.6 Распределение температур в устройстве для утепления наружной стены здания. Вариант 2. Случай с утеплителем в диске перекрытия**

На рис. 7 представлены графики распределения температур для всех выше описываемых вариантов. Некоторые результаты этих исследований приводятся на графике в виде кривой 1, см. рис.7. В ходе выполнения замером, были выявлены зоны с пониженными температурами на расстоянии 1200 мм от линии пересечения внутренней грани стены с диском перекрытия. Температуры пола в этих зонах колебались от 9,25 до 10,75 °С, но удаляясь от внутренней грани стены достигали максимального значения равного 13,9 °С.



**Рис.7** Графики распределения температур

По результатам численных вычислений в программном комплексе COSMOS/M построены кривые 1,2,3 для вариантов базового, 1-го и 2-го соответственно. Результаты решений этих задач представлены на рис.7. Кривая 1 характеризует вариант базовой модели. Для этого случая, значения температуры в зоне сопряжения диска перекрытия с внутренней гранью стены составили  $16,86^{\circ}\text{C}$  на удалении 500 мм от внутренней грани стены  $17,63^{\circ}\text{C}$  соответственно. В предлагаемом варианте 1 значения температур для кривой 2 в точке сопряжения диска перекрытия со стеной составили  $17,00^{\circ}\text{C}$ . На удалении 1500 мм от стены максимальные значения температур были в пределах  $17,73^{\circ}\text{C}$ . Для варианта 2, значения температур кривой 3 в точке сопряжения диска перекрытия со стеной были равны  $17,49^{\circ}\text{C}$ . На удалении 1500 мм от стены рост температур был зафиксирован до значений равных  $18,00^{\circ}\text{C}$ .

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что предлагаемые конструктивные решения позволяют обеспечить условия комфортного проживания в гражданских зданиях, возведённые в Северной строительной климатической зоне.

### ЛИТЕРАТУРЫ:

[1]. Климатическая доктрина Российской Федерации (утв. распоряжением Президента РФ от 17 декабря 2009 г. N 861-пп), [http://global-climate-change.ru/down/climate\\_doct.pdf](http://global-climate-change.ru/down/climate_doct.pdf)

[2]. Исследования по повышению теплотехнических качеств железобетонных плит перекрытий в монолитно-каркасных домах: статья / А.В. Кузнецов // Известия Петербургского университета путей сообщения. –СПб : ПГУПС. –2011. –Вып. 4 (29). – с. 120-127.

[3]. Патент на полезн. модель № 113754 РФ, МПК E04H 1/78. Устройство для утепления наружной стены здания/ А.В. Кузнецов, Т.А. Белаш.– № 2011142662/03 , заявка 21.10.2011., опубл. 27.02.2012, эл. бюл. №6, 2 с.– ил.

[4]. Патент на полезн. модель № 114074 РФ, МПК E04H 1/78. Устройство для утепления наружной стены здания/ А.В. Кузнецов.– № 2011142535/03, заявка 20.10.2011., опубл. 10.03.2012 эл. бюл. №7.

[5]. Патент на полезн. модель № 134961 РФ, МПК E04H 1/78., Устройство для утепления наружной стены здания/ А.В. Кузнецов, П.Е. Левин и др. – № 2013133664/03, заявка 18.07.2013., опубл. 27.11.2013., эл. бюл. №33.

## **CONSTRUCTIVE SOLUTIONS DEVICES INSULATION JUNCTIONS WALLS WITH THE DISK OF OVERLAP CIVIL BUILDINGS**

**Kuznetsov A. V.**  
[vsevolodowich@gmail.com](mailto:vsevolodowich@gmail.com)

*Petersburg Sate Transport University of Emperor Alexander I  
Moskovsky Ave 9, 190031, , Saint-Petersburg  
RUSSIA*

**Key words:** *climate, construction of a disk of overlappings, thermal engineering defects, increase of thermal qualities.*

**Abstract:** *the article describes the issues associated with climate characteristics that occurred in the Russian Federation. Are the most common types of construction cladding structures identified with thermo-technical defects. The analysis of the outcomes of thermal calculation of the investigated structures obtained during numerical simulation. Recommendations and offers a variety of options insulation constructive solutions to the junctions of the walls with the disk of overlap in the monolithic buildings, with the aim of enhancing the thermal qualities of the enclosing structures.*