

УДК 699.86.022.3

*А.В. КУЗНЕЦОВ, инженер (vsevolodowich@gmail.com),
Петербургский государственный университет путей сообщения*

Утепление узлов сопряжения стен с диском перекрытия в монолитных домах

Описываются варианты конструктивных решений по утеплению наружной стены здания. Первый вариант представляет собой каркас с теплоизоляционным слоем. Второй вариант – каркас с саморегулируемыми кабелями и теплоизоляционным слоем. В обоих случаях каркас крепится к стене здания. Приводятся результаты численного моделирования. Сопоставляются предлагаемые конструктивные решения устройств с базовым вариантом. Установлено, что такие конструктивные решения обеспечивают необходимые комфортные условия для проживающих.

Ключевые слова: удельная теплоемкость, теплопроводность, узел сопряжения стен.

В Российской Федерации широкое распространение получили технологии возведения зданий монолитной конструкции с перекрестно-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 Санкт-Петербурге показали, что в таких домах имеется целый ряд теплотехнических дефектов. Различные варианты существующих конструктивных решений просчитаны в программном комплексе и выявили некоторую сопоставимость с результатами натурных обследований, включая тепловизионную съемку. Натурные обследования по оценке теплотехнических качеств, а также результаты расчетно-экспериментальных исследований описаны в [1, 2].

В данной статье предлагаемые конструктивные решения направлены на повышение теплотехнических качеств ограждающих конструкций монолитных зданий и представляют собой два варианта устройства для утепления наружной стены здания.

Устройство для утепления наружной стены здания (вариант 1) представляет собой каркас трапециевидальной формы, образованный путем 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 изображен 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 (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 силиконо-

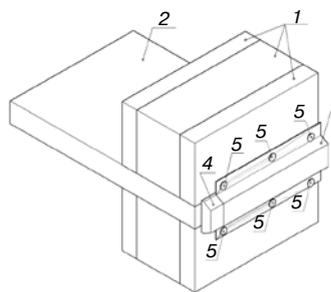


Рис. 1. Устройство для утепления наружной стены здания: 1 – наружная стена; 2 – диск перекрытия; 3 – каркас устройства; 4 – теплоизоляционный материал; 5 – отверстия под элементы крепления

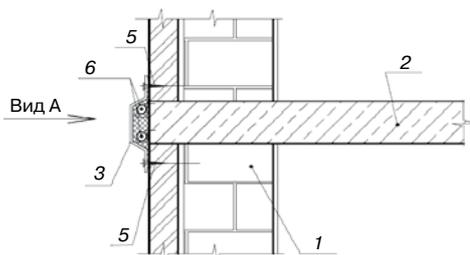


Рис. 2. Устройство для утепления наружной стены здания трапециевидальной формы

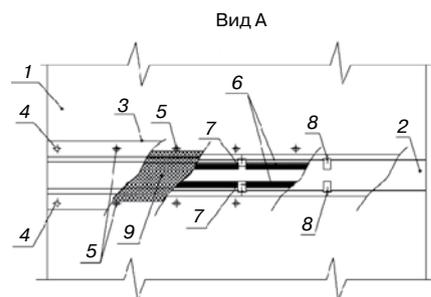


Рис. 3. Фронтальный вид крепления устройства к конструкции стены

вым герметиками. На приведенный вариант конструктивно-го решения получен патент на полезную модель [3].

В конструкции, выполненной по варианту 2, содержится слой теплоизоляционного материала с саморегулируемыми электронагревательными кабелями, прикрепляемые к торцу диска перекрытия.

Сущность устройства для утепления наружной стены здания иллюстрируется чертежами: на рис. 2 представлен вертикальный разрез наружной стены в местах выхода торца диска перекрытия и предлагаемого устройства для утепления, где каркас имеет трапецеидальную форму; на рис. 3 изображен обобщающий фронтальный вид крепления устройства к конструкции стены.

Предлагаемое устройство для утепления наружной стены здания 1 и торца диска перекрытия 2 имеет защитный каркас 3 трапецеидальной 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 фиксируемые с определенным 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 трапецеидальную форму (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 вышеуказанных 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 (рис. 3), фиксируются с определенным шагом дюбелями 8 к торцу диска перекрытия 2 и могут иметь попарную разводку через сквозные каналы в стене 1, на промежуточных маршах подъезда дома с подсоединением к электрошлиту каждого этажа или могут быть направлены вниз по стене здания 1 с образованием замкнутого контура, присоединенного 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 гибкие нагревательные ленты промышленного производства, например типа ЭНГЛ-2М, эффективно преобразующие электрическую энергию в тепловую. Для того чтобы 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 прилегания к наружной стене 1 здания выполнены с фальца-

ми, 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, может потребоваться их дополнительный обогрев, который приводит к увеличению нагрузок на электросети в холодный период года. С позиций физиологических реакций человека разница между температурой стопы и груди не должна превышать 4°C и быть меньше 2°C. В то же время СП 50.13330–2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003» устанавливает перепад между внутренней температурой помещения и поверхностью диска перекрытия 2°C. 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 приведенный вариант конструктивного решения получен патент на полезную модель [4].

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

В качестве базовой модели конструкции, принятой в расчете, были рассмотрены элементы плоской ограждающей конструкции, состоящей из многослойной однородной стены с толщинами δ_1 и δ_2 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 – температура, равная t_b . Теплообмен с окружающей средой происходит по закону конвекции. Стенка имеет температуру T_c ; температура наружного воздуха – T_n ; α_n , α_b – коэффициенты конвективного теплообмена на наружной и внутренней поверхностях 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 – кирпич (0,12 м), второй – пенобетон (0,3 м). Высота стены составляет 0,5 м, причем по 0,25 м приходится на верх и низ перекрытия;
- толщина перекрытия составила 0,2 м; общая длина – 2 м с учетом толщины стены, приходящейся на перекрытие, ширина участка принята 1,35 м;
- пенополистирольные термовкладыши приняты размерами 0,3×0,12×0,2 м и отстоят друг от друга на расстоянии 0,3 м;
- к границе каждой из областей расчетной модели задавались следующие значения температуры и коэф-

Наименование материала	Плотность γ , кг/м ³	Удельная теплоемкость C_p , кДж/(кг·°C)	Теплопроводность $\lambda_{\text{б}}$, Вт/(м·°C)	Толщина δ , м
Кирпич	1800	0,88	0,81	0,12
Пенобетон	300	0,84	0,13	0,3
Железобетон	2500	0,84	2,04	0,2
Теплоизоляция	100	1,34	0,032	0,2



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



Рис. 5. Распределение температуры в устройстве для повышения тепловой защиты здания. Вариант 1



Рис. 6. Распределение температуры в устройстве для утепления наружной стены здания. Вариант 2. С утеплителем в диске перекрытия

коэффициентов теплоотдачи: температура наружных границ $t_{\text{ext}} = -26^\circ\text{C}$; внутренних $t_{\text{int}}^{\text{сред}} = 20^\circ\text{C}$;
– значения коэффициентов теплоотдачи у наружной и внутренней поверхности приняты равными $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ и $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ соответственно.
Характеристики материалов ограждающих конструкций, принятых к расчету по каждому из вариантов, приведены в таблице.

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

$$t_x = t_{\text{в}} - (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) R_{\text{ст}}^{\text{усл}} / R_{\text{о}}^{\text{усл}},$$

где $t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}$ – температура внутреннего и наружного воздуха соответственно, °C; $R_{\text{о}}^{\text{усл}}$ – условное сопротивление теплопередаче, м²·°C/Вт.

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

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

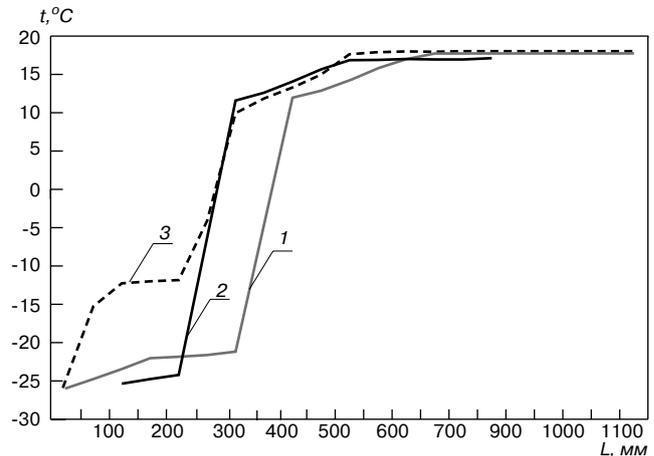


Рис. 7. Графики распределения температур

На рис. 7 представлены графики распределения температуры для всех вышеописываемых вариантов. Некоторые результаты этих исследований приводятся на графике в виде кривой 1 (рис. 7). В ходе выполнения замеров выявлены зоны с пониженной температурой на расстоянии 1200 мм от линии пересечения внутренней грани стены с диском перекрытия. Температура пола в этих зонах колебалась от 9,25 до 10,75°C, но, удаляясь от внутренней грани стены, достигала максимального значения 13,9°C.

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 16,860°C на удалении 500 мм от внутренней грани стены 17,63°C соответственно.

В предлагаемом варианте 1 значение температуры для кривой 2 в точке сопряжения диска перекрытия со стеной составило 17°C. На удалении 1500 мм от стены максимальное значение температуры было в пределах 17,73°C.

Для варианта 2 значение температуры кривой 3 в точке сопряжения диска перекрытия со стеной 17,49°C. На удалении 1500 мм от стены рост температуры зафиксирован до 18°C.

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

Список литературы

1. Белаш Т.А., Кузнецов А.В. Теплотехнические качества монолитных жилых зданий // Жилищное строительство. 2009. № 9. С. 22–24.
2. Кузнецов А.В. Исследования по повышению теплотехнических качеств железобетонных плит перекрытий в монолитно-каркасных домах // Известия Петербургского университета путей сообщения. СПб.: ПГУПС, 2011. Вып. 4 (29). С. 120–127.
3. Патент на полезн. модель 113754 РФ, МПК E04I 1/78. Устройство для утепления наружной стены здания / А.В. Кузнецов, Т.А. Белаш. № 2011142662/03. Заявл. 21.10.2011. Опубл. 27.02.2012. Эл. бюл. № 6.
4. Патент на полезн. модель 114074 РФ, МПК E04I 1/78. Устройство для утепления наружной стены здания / А.В. Кузнецов. № 2011142535/03. Заявл. 20.10.2011. Опубл. 10.03.2012. Эл. бюл. № 7.



АНКЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ

Винтовые анкера АТЛАНТ



(495) 226-18-37
(342) 219-61-56

info@anker-system.ru
www.anker-system.ru



ECIS
SIBERIA

Международная промышленная выставка

«ЖКХ: СЕТИ. КОММУНИКАЦИИ. ВОДА»

В рамках  **IDES**
SIBERIA

1–4 октября 2013
Россия, Новосибирск

Организатор:



При поддержке:



Министерство
экономического
развития
Новосибирской
области



Министерство
строительства и
жилищно-коммунального
хозяйства
Новосибирской
области



Департамент
природных
ресурсов и охраны
окружающей среды
Новосибирской
области

При содействии:



Генеральный
интернет партнер:



Место
проведения:

«Новосибирск
Экспоцентр»

www.ides-sib.ru