

УДК 699.866

## АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКТИВНОГО УЗЛА «БАЛКОННАЯ ПЛИТА – ОГРАЖДАЮЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ – ПЛИТА ПЕРЕКРЫТИЯ» В СЛУЧАЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

БЕРЕЗЮК А. Н.<sup>1</sup>, *д.т.н., проф.*,  
ДИКАРЕВ К. Б.<sup>2\*</sup>, *к.т.н., доц.*,  
СКОКОВА А. А.<sup>3</sup>, *к.т.н.*,  
КУЗЬМЕНКО А. Н.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [berezvek@mail.pgasa.dp.ua](mailto:berezvek@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0003-2113-6858

<sup>2\*</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [kdikarev@ukr.net](mailto:kdikarev@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-9107-3667

<sup>3</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [a.skokova@mail.ru](mailto:a.skokova@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-0443-0222

<sup>4</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [aleksandra.dnepr@mail.ru](mailto:aleksandra.dnepr@mail.ru), ORCID ID: 0000-0001-5976-5436

**Аннотация.** *Цель.* Нарушение герметичности теплоизоляционной оболочки сплошными теплопроводными включениями приводит к увеличению теплопотерь на 10–40%. Одним из узлов с наибольшей уязвимостью в теплотехническом аспекте считается конструктивный узел «балконная плита – ограждающая конструкция – плита перекрытия». Предложенные зарубежными специалистами решения по минимизации потерь тепла в районе примыкания балконной плиты к наружной стене здания являются сегодня дорогостоящими, что препятствует их широкому распространению на строительном рынке и обуславливает необходимость поиска альтернативных решений. Техническое решение, позволяющее отсекаать балконную плиту от термического контура здания, сохраняя несущую способность конструктивного узла, изготавливается непосредственно на строительной площадке посредством заполнения несъемной армированной опалубки пенообразным теплоизоляционным материалом. Целью данной работы является исследование изменений температуры внутри ограждающей конструкции и температур на внутренней поверхности стены в случае применения теплоизоляционного элемента, а также определение зоны конденсации внутри элемента. *Методика.* На первом этапе вручную был произведен расчёт параметров микроклимата по существующим алгоритмам, утвержденным нормативными документами Украины. Далее, используя специализированную программу Elcut, удалось сравнить характер распределения температурных полей в случае стандартного сопряжения балконной плиты и плиты перекрытия, и в случае применения теплоизоляционного блока. *Результаты.* Установлено, что тепло-влажностный режим в зоне конструктивного узла удовлетворяет требованиям ДБН В.2.6-31:2006 «Тепловая изоляция зданий», риск появления конденсата на стене в зоне теплопроводного включения будет ликвидирован при применении теплоизоляционного элемента. Об эффективности предложенного решения также свидетельствует коэффициент сокращения теплопотерь, равный 14. Результаты моделирования распределения температурных полей в рассматриваемом конструктивном узле свидетельствуют о сокращении тепловых потерь при использовании теплоизоляционного блока. *Практическая значимость.* Разработанное конструктивное решение обеспечивает температурно-влажностный режим в соответствии с нормативными документами Украины и существенно (в 14 раз) сокращает теплопотери, вызванные теплопроводными включениями. Использование предложенного технического решения по совершенствованию теплосберегающих характеристик ограждающих конструкций зданий в массовом строительстве позволит существенно снизить потери тепла через мостик холода с минимальными денежными и трудовыми затратами на его изготовление.

**Ключевые слова:** мостик холода, конструктивный узел, теплопотери, ограждающая конструкция, тепло-влажностный режим, энергосбережение.

## АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНО-ВОЛОГІСНИХ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНОГО ВУЗЛА «БАЛКОННА ПЛИТА – ОГОРОДЖУВАЛЬНА КОНСТРУКЦІЯ - ПЛИТА ПЕРЕКРИТТЯ» У РАЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ

БЕРЕЗЮК А. М.<sup>1</sup>, *д.т.н., проф.*,  
ДІКАРЕВ К. Б.<sup>2\*</sup>, *к.т.н., доц.*,  
СКОКОВА А. О.<sup>3</sup>, *к.т.н.*,  
КУЗЬМЕНКО О. М.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [berezvek@mail.pgasa.dp.ua](mailto:berezvek@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0003-2113-6858

<sup>2\*</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [kdikarev@ukr.net](mailto:kdikarev@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-9107-3667

<sup>3</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [a.skokova@mail.ru](mailto:a.skokova@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-0443-0222

<sup>4</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [aleksandra.dnepr@mail.ru](mailto:aleksandra.dnepr@mail.ru), ORCID ID: 0000-0001-5976-5436

**Анотація. Мета.** Порушення герметичності теплоізоляційної оболонки суцільними теплопровідними включеннями призводить до збільшення тепловтрат на 10 – 40 %. Одним із вузлів з найбільшою вразливістю в теплотехнічному аспекті вважається конструктивний вузол «балконна плита - захисна конструкція - плита перекриття». Запропоновані зарубіжними фахівцями рішення щодо мінімізації втрат тепла в зоні примикання балконної плити до зовнішньої стіни будівлі є сьогодні дорогими, що перешкоджає їх широкому поширенню на будівельному ринку й обумовлює необхідність пошуку альтернативних рішень. Технічне рішення, що дозволяє відсікати балконну плиту від термічного контуру будівлі, зберігаючи несучу здатність конструктивного вузла, виготовляється безпосередньо на будівельному майданчику за допомогою заповнення незнімної армованої опалубки пінообразним теплоізоляційним матеріалом. Метою даної роботи є дослідження змін температури всередині конструкції і температур на внутрішній поверхні стіни у разі застосування теплоізоляційного елемента, а також визначення зони конденсації всередині елемента. **Методика.** На першому етапі вручну був проведений розрахунок параметрів мікроклімату за існуючими алгоритмами, затвердженим нормативними документами України. Далі, використовуючи спеціалізовану програму Elcut, вдалося порівняти характер розподілу температурних полів у випадку стандартного сполучення балконної плити та плити перекриття, і в разі застосування теплоізоляційного блоку. **Результати.** Встановлено, що тепло-вологісний режим в зоні конструктивного вузла задовольняє вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», ризик появи конденсату на стіні в зоні теплопровідного включення буде ліквідований при застосуванні теплоізоляційного елемента. Про ефективність запропонованого рішення також свідчить коефіцієнт скорочення тепловтрат, що дорівнює 14. Результати моделювання розподілу температурних полів в розглянутому конструктивному вузлі свідчать про скорочення теплових втрат при використанні теплоізоляційного блоку. **Практична значимість.** Розроблене конструктивне рішення забезпечує температурно-вологісний режим відповідно до нормативних документів України та суттєво (в 14 разів) скорочує тепловтрати, викликані теплопровідними включеннями. Використання запропонованого технічного рішення щодо вдосконалення теплозберігаючих характеристик огорожувальних конструкцій будівель в масовому будівництві дозволить істотно знизити втрати тепла через місток холоду з мінімальними грошовими і трудовими витратами на його виготовлення.

**Ключові слова:** місток холоду, конструктивний вузол, тепловтрати, захисна конструкція, тепло-вологісний режим, енергозбереження.

## ANALYSIS OF THE TEMPERATURE-HUMIDITY PARAMETERS OF STRUCTURAL ASSEMBLY «BALCONY SLABS – WALLING – FLOOR SLABS» WHERE EFFICIENT THERMAL INSULATION

BEREZYUK A. N.<sup>1</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Prof.*,  
DIKAREV K. B.<sup>2\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,  
SKOKOVA A. A.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*,  
KUZMENKO A. N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Construction technology, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [berezvek@mail.pgasa.dp.ua](mailto:berezvek@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0003-2113-6858

<sup>2\*</sup> Department of Construction technology, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [kdikarev@ukr.net](mailto:kdikarev@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-9107-3667

<sup>3</sup> Department of Construction technology, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [a\\_skokova@mail.ru](mailto:a_skokova@mail.ru). ORCID ID: 0000-0002-0443-0222

<sup>4</sup> Department of Construction technology, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [aleksandra\\_dnepr@mail.ru](mailto:aleksandra_dnepr@mail.ru). ORCID ID: 0000-0001-5976-5436

**Abstract. Purpose.** Leakage of heat-insulating sheath heat-conducting solid increases heat loss by 10 – 40 %. One of the sites with the most vulnerable in aspect of thermal insulation considered structural unit "balcony slabs - cladding - floor slab". The proposed foreign specialists solutions to minimize heat loss in the area abutting the balcony slab to the outside wall of the building today are expensive, which hinders their widespread in the construction market and makes it necessary to find alternative solutions. Technical solutions to cut off the balcony slab from the thermal circuit of the building, keeping the bearing capacity of a structural assembly is made directly on the construction site by filling permanent formwork reinforced foamed insulation material. The aim of this work is to study changes in temperature inside the enclosing structure and temperature on the inner surface of the wall in the case of the heat insulating member, as well as the definition of the zone of condensation inside the cell. **Methodology.** At the first stage of the calculation was made microclimate parameters of existing algorithms approved by the regulatory documents of Ukraine. Next, using a specialized program Elcut, failed to compare the character of the distribution of temperature fields in the case of a standard interface balcony slabs and slabs, and in the case of heat-insulating block. **Findings.** Installed, heat and moisture conditions in the area of constructive node meets the requirements DBN V.2.6-31: 2006 "Thermal insulation of buildings," the risk of condensation on the wall in the area of heat-conducting inclusions will be eliminated when using the heat insulating member. On the effectiveness of the proposed solution also shows the reduction of heat loss coefficient equal to 14. The results of modeling the distribution of temperature fields in this constructive node show a reduction of heat loss by using a heat-insulating block. **Practical value.** Adopt a constructive solution provides temperature and moisture conditions in accordance with the regulations of Ukraine and significantly (14 times) reduces the heat loss caused by heat-conducting inclusions. The use of the proposed technical solutions to improve the heat-performance building envelopes in mass construction will significantly reduce heat loss through thermal bridges with little money and labor costs for its production.

**Keywords:** thermal bridges, structural assembly, heat loss, cladding, heat and moisture conditions, energy saving.

## Введение

Текущая экономическая ситуация в Украине и за рубежом, непрерывный рост цен на энергоносители, а также неудовлетворительное состояние жилого фонда, влекущее чрезмерное потребление энергии в совокупности стимулируют научные изыскания в сфере энергосбережения.

Изучив ряд документов [5, 9, 10], стоит отметить, что на количество теплотерь сквозь ограждающую конструкцию существенно влияют мостики холода или теплопроводные включения. Теплопроводное включение – элемент ограждающей конструкции, размещённый в её объеме параллельно направлению теплового потока и обладающий меньшим более чем на 20 % термическим сопротивлением, чем термическое сопротивление основного поля. К теплопроводным включениям, которые обусловлены конструктивными особенностями здания, относят междуэтажные и балконные перекрытия, колонны, пилоны, угловые примыкания и т.д. [8]

В случае если температура поверхности стены в области образования теплопроводного включения станет ниже температуры точки росы равной 9 °С (при комнатной температуре 20 °С и влажности воздуха 50 %) влага, содержащаяся в воздухе помещения, образует конденсат и приводит к появлению сырости – идеальной питательной среде для плесневого грибка. Данное явление создаёт неблагоприятные санитарно-гигиенические условия и угрозу здоровью людей.

Мостики холода крайне негативно воздействуют на экономическую составляющую эксплуатации зданий. Согласно данным Международного

строительного научно-технического центра (CSTB) [13] нарушение герметичности теплоизоляционной оболочки сплошными теплопроводными включениями приводит к увеличению теплотерь на 10 – 40 %. Известно также, что один метр теплопроводных включений представляет приблизительно 60 – 70 кВт·ч дополнительного энергопотребления в год или 10 литров жидкого топлива, эквивалентного пяти килограммам углекислого газа выброшенного в атмосферу. Таким образом, типичное жилое многоэтажное здание, содержащее около 700 м теплопроводных включений потребует на 42 000кВт·ч/год больше для отопления. Это равно 6 000 литрам жидкого топлива или 6 000 м<sup>3</sup> газа, либо 3,4 тоннам CO<sub>2</sub>. Такое количество углекислого газа производит автомобиль, преодолевая путь в 27 000 км. [14]

Научные изыскания европейских экспертов [15, 16] свидетельствуют о наибольшей уязвимости в теплотехническом аспекте конструктивного узла «балконная плита – ограждающая конструкция – плита перекрытия».

Исследования ведущих специалистов России С. Н. Овсянникова и Т. О. Вязовой обосновывают необходимость учёта дефектов теплоизоляционной оболочки при определении приведенного сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций [7]. Другими учёными (Н. П. Умнякова, Т. С. Егорова и др.) выдвинуты предложения по устройству в зоне конструктивного сопряжения «балконная плита – ограждающая конструкция – плита перекрытия» готовых теплоизоляционных элементов европейского производства с целью повысить теплотехническую однородность внешней

стены [4, 11, 12]. Однако стоимость готовых теплоизоляционных элементов остаётся достаточно высокой, что препятствует активному распространению подобных технологий на строительном рынке.

### Цель

Авторами ранее было предложено решение конструктивного узла «балконная плита – ограждающая конструкция – плита перекрытия», который может быть изготовлен непосредственно на строительной площадке посредством заполнения несъемной армированной опалубки пенообразным теплоизоляционным материалом.

Целью данной работы является исследование изменений температуры внутри ограждающей конструкции и температур на внутренней поверхности стены в случае применения теплоизоляционного элемента, а также определение зоны конденсации внутри элемента.

### Методика

*Теплотехническое обоснование применения теплоизоляционного элемента в зоне конструктивного узла «балконная плита – ограждающая конструкция – плита перекрытия».* Расчёт теплотерь в зоне теплопроводного включения конструктивного узла «балконная плита – ограждающая конструкция – плита перекрытия» послужили основой для разработки технического решения, направленного на устранение упомянутого дефекта. Таким образом, в месте образования мостика холода предлагается устраивать теплоизоляционный блок, который представляет собой сочетание теплоизоляционного материала и элементов, придающих жёсткость (арматура) [1]. Данное техническое решение отсекает балконную плиту от термического контура здания, сохраняя несущую способность конструктивного узла, то есть обладает тем же принципом действия, что и дорогостоящие зарубежные аналоги. Однако предложенный теплоизоляционный элемент изготавливается непосредственно на строительной площадке посредством заполнения несъемной армированной опалубки пенообразным теплоизоляционным материалом. Общий вид технического решения, разработанного для жилого здания, представлен на рис. 1.

Далее был произведён расчёт параметров микроклимата: изменений температуры внутри ограждающей конструкции и температур на внутренней поверхности стены в случае применения теплоизоляционного элемента. Кривая распределения температур в упомянутом конструктивном узле представлена для наиболее уязвимого сечения 1-1 (рис. 1) при наружной температуре  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$  (г. Днепропетровск) и внутренней температуре  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Результаты расчёта, выполненного по

методике, опубликованной в [2], представлены на рис. 2.

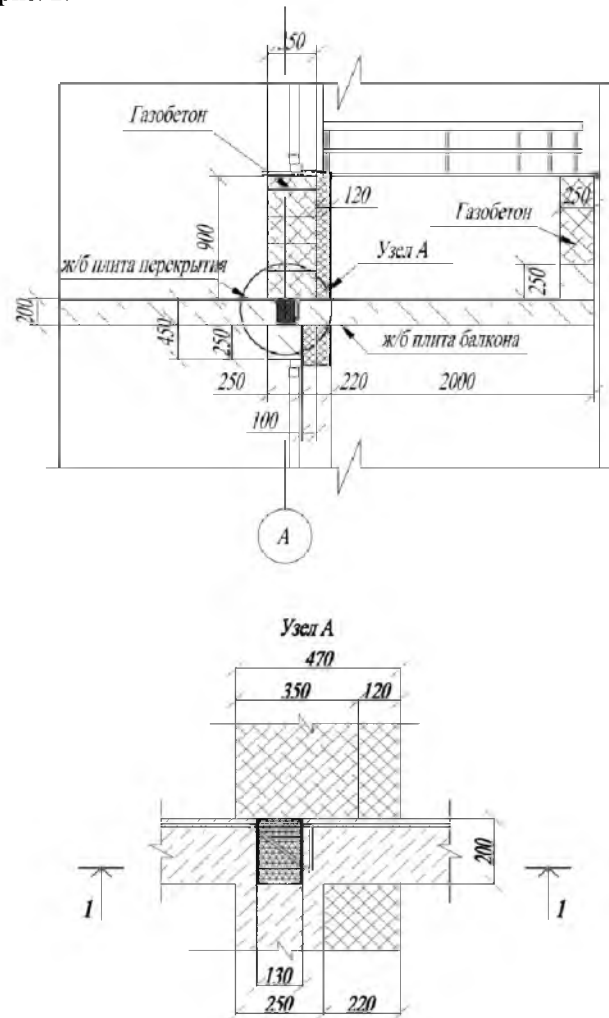


Рис. 1. Конструктивный узел «балконная плита – ограждающая конструкция – плита перекрытия» с устройством армированного теплоизоляционного элемента: узел А /

*Structural unit "balcony slabs - cladding - floor slab" with the device reinforced thermal insulation elements: node A*

В результате расчётов по методике [3] обнаружено, что благодаря устройству теплоизоляционного элемента температура в зоне теплопроводного включения (на внутренней поверхности стены)  $\tau'_{e} = 9,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  теоретически возрастает до  $\tau'_{e(1)} = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$  и будет выше, чем температура точки росы  $t_{т.р.} = 10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (при  $t_{в} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi_{в} = 55\text{ } \%$  по [6]), а значит риск появления конденсата на стене в зоне теплопроводного включения будет ликвидирован. Кроме того, выполнен расчёт влажностного режима ограждающей конструкции по методике [6] с установленным теплоизоляционным элементом.

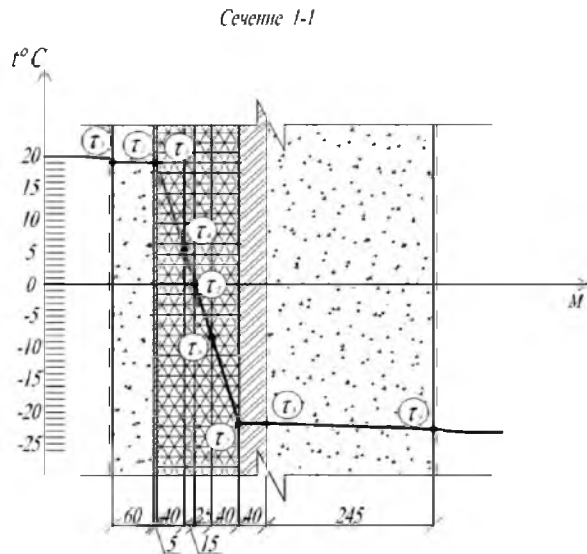


Рис. 2. Распределение температур в зоне конструктивного узла «балконная плита – ограждающая конструкция – плита перекрытия» по сечению 1-1/

The temperature distribution in the area of structural assembly "balcony slabs - cladding - floor slab" on section 1-1

Зона конденсации внутри элемента определяется по характеру распределения парциального давления (упругости) водяного пара  $e(x)$  и парциального давления насыщенного пара (максимальной упругости)  $E(x)$  в слоях ограждающей конструкции. В результате получено распределение давлений  $e(x)$  и  $E(x)$ , а зона конденсации изображена на пересечении этих кривых (рис.3).

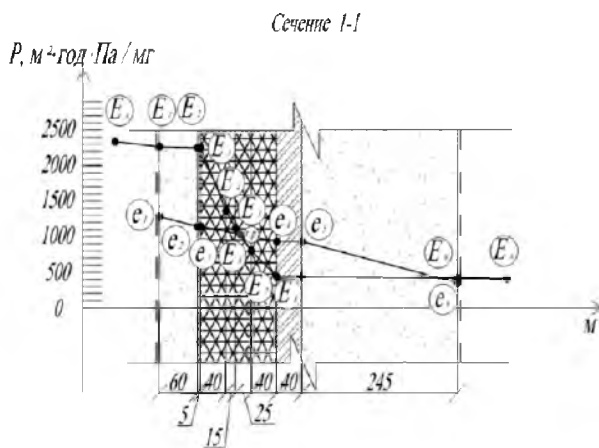


Рис.3. Распределение парциального давления (упругости) водяного пара  $e(x)$  и парциального давления насыщенного пара (максимальной упругости)  $E(x)$  в слоях теплоизоляционного элемента по сечению 1-1/

Partial pressure distribution (elasticity) of steam  $e(x)$  and the partial vapor pressure (maximum elasticity)  $E(x)$  in the layers of the heat insulating member along the cross section 1-1

Итак, эффект конденсации возникнет в пределах зоны, где  $e(x) \geq E(x)$ . В этом случае производится расчёт прироста влаги  $\Delta w$  в слое материала, где образуется конденсат. Алгоритм расчёта приведён в [6]. В результате расчёта получили  $\Delta w = 0,72 \%$ .

Для внешних ограждающих конструкций отапливаемых зданий по требованиям ДБН В.2.6-31:2006 обязательно выполнение условия:

$$\Delta w \leq \Delta w_{\text{д}}, \% \quad (1)$$

где  $\Delta w$  – увеличение влаги в слое материала, в котором может происходить накопление конденсата, в холодный период года, % по массе;

$\Delta w_{\text{д}}$  – допустимое по теплоизоляционным характеристикам увеличение влаги в слое материала, % по массе. Для пенополиуретана  $\Delta w_{\text{д}} = 3 \%$  согласно [8].

Таким образом,  $0,58 \% < 3 \%$  – условие выполняется – накопление конденсата остаётся в пределах нормы.

Об эффективности предложенного решения также свидетельствует коэффициент сокращения теплопотерь:

$$\varepsilon = \frac{q}{q_{(1)}} = \frac{11,1}{8,1} \approx 14, \quad (2)$$

где  $q$  – удельные теплопотери ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) в зоне теплопроводного включения;

$q_{(1)}$  – то же при условии использования теплоизоляционного элемента.

**Теплотехнический анализ сечений конструктивного узла «балконная плита – ограждающая конструкция – плита перекрытия» с использованием программы ELCUT.** Используя программу Elcut, удалось сравнить характер распределения температурных полей в случае стандартного сопряжения балконной плиты (рис. 4) и плиты перекрытия, и в случае применения теплоизоляционного блока. Результаты, представленные на рис. 5, свидетельствуют о сокращении тепловых потерь при использовании теплоизоляционного блока.

### Результаты

Установлено, что тепло-влажностный режим в зоне конструктивного узла удовлетворяет требованиям ДБН В.2.6-31:2006 «Тепловая изоляция зданий», риск появления конденсата на стене в зоне теплопроводного включения будет ликвидирован при применении теплоизоляционного элемента. Об эффективности предложенного решения также свидетельствует коэффициент сокращения теплопотерь, равный 14. Результаты моделирования распределения температурных полей в рассматриваемом конструктивном узле свидетельствуют о сокращении тепловых потерь при использовании теплоизоляционного блока.



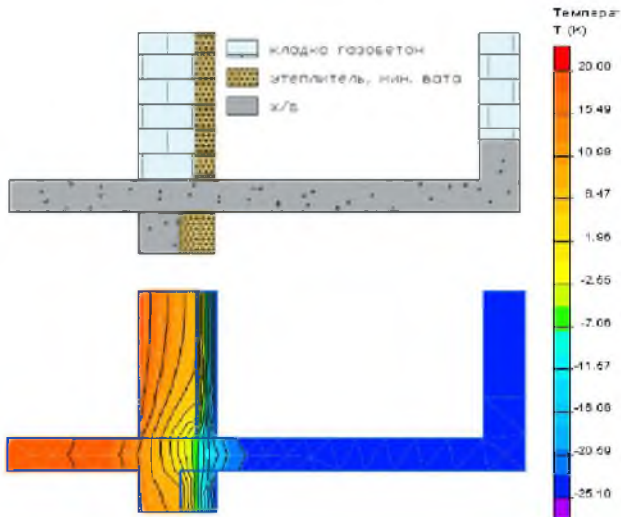


Рис. 4. Эскиз сечения конструкции и распределение температурных полей в сечении узла при обычном сопряжении балкона и плиты перекрытия /

*Sketch-sectional design and the distribution of temperature fields in a section node in the normal pairing balconies and floor slabs*

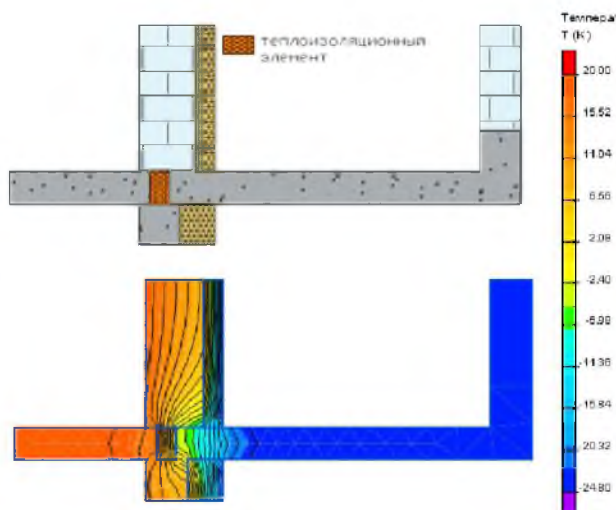


Рис. 5. Эскиз сечения конструкции и распределение температурных полей в сечении узла при использовании теплоизоляционного элемента в зоне сопряжения балкона и плиты перекрытия /

*Sketch-sectional design and the distribution of temperature fields in a section node using the heat insulating member at the junction balconies and floor slabs*

#### Практическая значимость

Использование предложенного технического решения по совершенствованию теплосберегающих характеристик ограждающих конструкций зданий в массовом строительстве позволит существенно снизить потери тепла через мостик холода с

минимальными денежными и трудовыми затратами на его изготовление.

#### Выводы

Вопрос снижения количества теплопотерь здания через мостики холода является актуальным. Результаты проведенного исследования тепло-влажностного режима в сечении узла при использовании теплоизоляционного элемента в зоне сопряжении балконной плиты и плиты перекрытия свидетельствуют об эффективности предложенного технического решения.

Способ армирования и технология устройства теплоизоляционного элемента будут рассмотрены в следующих работах.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Березюк А. Н. Использование современных конструктивно-технологических решений для устранения мостиков холода в гражданском строительстве / А. Н. Березюк, К. Б. Дикарев, А. Н. Кузьменко, Т. В. Мялик // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып. 74. – Дн-вск., ПГАСА, 2014. – С. 141 – 145.

Berezyuk A. N. Ispolzovanie sovremennyih konstruktivno-tehnologicheskikh resheniy dlya ustraneniya mostikov holoda v grazhdanskom stroitelstve [The use of modern design and technological solutions to the thermal bridges in civil engineering] / A. N. Berezyuk, K. B. Dikarev, A. N. Kuzmenko, T. V. Myalik // Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie: Sb. nauch. trudov. Vyip. 74. – Dn-vsk., PGASA, 2014. – P. 141 – 145.

2. Данилов М. П. Строительная теплофизика в задачах, примерах и рекомендациях / М. П. Данилов – Днепропетровск: РИО ПГАСА, 2002. – 215 с.

Danilov M. P. Stroitel'naya teplofizika v zadachah, primerah i rekomendatsiyah. [Building thermal physics in problems, examples and recommendations] – Dnepropetrovsk: RIO PGASA, 2002. – 215 p.

3. Данилов М. П. Теплоустойчивость зданий в экосистеме «окружающая среда – здание – человек» (аварийно-дефицитные тепловые режимы, гелио- и ветровые аспекты) / М. П. Данилов, И. Л. Ветвицкий, Л. Г. Чесанов, И. А. Колесник. – Днепропетровск: Поліграфіст, 2004. – 262 с.

Danilov M. P. Teploustoychivost zdanij v ekosisteme «okruzhayuschaya sereda – zdanie – chelovek» (avariyno-defitsitnyie teplove rezhimy, gelio- i vetrovyie aspekty) [The thermal resistance of buildings in the ecosystem «surrounding Sereda - Building - man» (emergency scarce thermal regime, solar and wind aspects)] / M. P. Danilov, I. L. Vetvitskiy, L. G. Chesanov, I. A. Kolesnik. – Dnepropetrovsk: Poligrafist, 2004. – 262 p.

4. Егорова Т. С. Повышение энергоэффективности зданий благодаря устранению критических мостиков холода и непрерывной изоляции выступающих строительных конструкций / Т. С. Егорова, В. Е. Черкас // Вестник МГСУ. – 2011. – №3 – С. 421 – 428.

Egorova T. S. Povyishenie energoeffektivnosti zdanij blagodarya ustraneniyu kriticheskikh mostikov holoda i nepreryivnoy izolyatsii vyistupayuschih stroitelnyih

konstruktsiy / T. S. Egorova, V. E. Cherkas // Vestnik MGSU. – 2011. – №3 – PP. 421 – 428.

5. Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження: ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 241 с.

Energetichna efektyvnist budivel. Rozrahunok energospozhivannya na opalennya ta oholodzhennya [The energy efficiency of buildings. Calculation of energy consumption for heating and cooling]: DSTU B EN ISO 13790:2011 (EN ISO 13790:2008, IDT) – К.: Minregion Ukrainy, 2013. – 241 p.

6. Колесник І. О. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Будівельна теплофізика» / Колесник І. О., Житченко І. В., Каїрбекова Н. С. – Дніпропетровськ: ДВНЗ «ПДАБА», 2010. – 28 с.

Kolesnik I. O. Metodichni vkazivki do kursovoyi roboti z distsiplini «Budivelnna teplofizika» [Guidance for course work on discipline «Building Thermal Physics»] / Kolesnik I. O., Zhitchenko I. V., Kalrbekova N. S. – Dnipropetrovsk: DVNZ «PDABA», 2010. – 28 p.

7. Овсянников С. Н. Теплозащитные характеристики наружных стеновых конструкций с теплопроводными включениями / С. Н. Овсянников, Т. О. Вязова // Строительные материалы. – 2013. – С. 24 –27.

Ovsiannikov S. N. Teplozaschitnyie karakteristiki naruzhnyih stenovyih konstruktsiy s teploprovodnyimi vkluchenyami [Heat-shielding characteristics of exterior wall constructions with heat-conducting inclusions] / S. N. Ovsiannikov, T. O. Vyazova // Stroitelnyie materialy. – 2013. – PP. 24 –27.

8. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 71 с.

Teplova izolyatsiya budivel [The thermal insulation of buildings]: DBN V.2.6-31:2006. – К.: Ministerstvo budivnistva, arhitekturi ta zhitlovo-komunalnogo gospodarstva Ukrainy, 2006. – 71 p.

9. Теплопроводні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 1. Загальні методи: ДСТУ ISO 10211-1:2005. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 35 с.

Teploprovodni vkluchennya v budivelnih konstruktsiyah. Obchislennya teplovogo potoku ta poverhnevoyi temperaturi. Chastina 1. Zagalni metodi: DSTU ISO 10211-1:2005. – К.: Derzhspozhivstandart Ukrainy 2008. – 35 p.

10. Теплопроводні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 2. Лінійні теплопроводні включення: ДСТУ ISO 10211-2:2005. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 17 с.

Teploprovodni vkluchennya v budivelnih konstruktsiyah. Obchislennya teplovogo potoku ta poverhnevoyi temperaturi. Chastina 2. Liniyni teploprovodni vkluchennya: DSTU ISO 10211-2:2005. – К.: Derzhspozhivstandart Ukrainy 2008. – 17 p.

11. Умнякова Н. П. Повышение энергоэффективности зданий за счет повышения теплотехнической однородности наружных стен в зоне сопряжения с балконными плитами / Н. П. Умнякова, Т. С. Егорова, П. Б. Белогуров – М: Строительные материалы. – 2012. – С. 19 – 21.

Umnyakova N. P. Povyshenie energoefektivnosti zdaniy za schet povyisheniya teplotekhnicheskoy odnorodnosti naruzhnyih sten v zone sopryazheniya s balkonnymi plitami [Improving the energy efficiency of buildings by improving the uniformity of heat engineering exterior walls at the junction with balcony slabs] / N. P. Umnyakova, T. S. Egorova, P. B. Belogurov – М: Stroitelnyie materialy. – 2012. – PP. 19 – 21.

12. Умнякова Н. П. Новое конструктивное решение сопряжения наружных стен с монолитными междуэтажными перекрытиями и балконными плитами / Н. П. Умнякова, Т. С. Егорова, К. С. Андрейцева – М: Строительные материалы. – 2013. – С. 28 – 31.

Umnyakova N. P. Novoe konstruktivnoe reshenie sopryazheniya naruzhnyih sten s monolitnyimi mezhduetazhnyimi perekrytiyami i balkonnymi plitami [New design interface with monolithic exterior walls of floors and balcony slabs] / N. P. Umnyakova, T. S. Egorova, K. S. Andreytseva – М: Stroitelnyie materialy. – 2013. – PP. 28 – 31.

13. Centre scientifique et technique du bâtiment // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cstb.fr/>

14. Frédéric Vergne. Rupteur de ponts thermiques : un bouclier antidépense d'énergie. Le Moniteur, Paris. – 2009. – 28 p.

15. Kaemmerlen A. Transfert de chaleur à travers les isolants thermiques du bâtiment. Thèse présentée pour l'obtention du titre du docteur. – Université Henri Poincaré de Nancy, 2009. – 257 p.

16. Mise en oeuvre des rupteurs de ponts thermiques sous avis techniques. Guide en cadre de programme «Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012». – NEUF. – 2013. – 59 p.

*Статья рекомендована к публикации д-ром. техн. наук, проф. Кравчуновской Т. С. (Украина); д-ром. техн. наук, проф. Шаленным В. Т. (Украина)*

Поступила в редколлегию 21.01.2015

Принята к печати 24.03.2015