

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВОЗМОЖНЫХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ БАЛКОНОВ НА КОНЕЧНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИХ УСТРОЙСТВА

БЕРЕЗЮК А. Н.¹, *д.т.н., проф.*,
ДИКАРЕВ К. Б.^{2*}, *к.т.н., доц.*,
СКОКОВА А. А.³, *к.т.н.*,
КУЗЬМЕНКО А. Н.⁴,
ЛИСНЯК Д.Ю.⁵,

¹ 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: berezyek@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2113-6858

^{2*} 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, ORCID ID: 0000-0001-9107-3667

³ 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, ORCID ID: 0000-0002-0443-0222

⁴ 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, ORCID ID: 0000-0001-5976-5436

⁴ 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: danillisniak@gmail.com

Аннотация. Постановка проблемы. На сегодняшний день в Украине вводится в действие все больше нормативных документов, направленных на обеспечение энергоэффективности объектов строительства, происходит их гармонизация с европейскими нормами. Однако все равно нас опережают европейские страны, которые уже внедряют стандарт пассивного и даже активного дома, который не только полностью обеспечивает собственные энергозатраты, а также реализует в государстве произведенную избыточную энергию. Традиционным решением для достижения нормативного уровня тепловой защиты зданий остается эффективная внешняя теплоизоляция. Однако, известно, что почти каждое здание, утепленное извне соответствии с действующими нормами, содержит теплопроводные включения, нарушающих теплотехническую однородность изоляционной оболочки здания и представляют собой зону повышенных теплопотерь. Специалистами кафедры ТБО был разработан варианты устройства энергосберегающих конструктивно-технологических решений для устранения негативного эффекта теплопроводных включений в зоне балкона. Эксплуатационная эффективность этих решений исследована в предыдущих публикациях. Нормы затрат труда на устройство предложенных решений не представлены в современных нормативных документах в области строительства. Поэтому опираясь на нормы времени, найденные при проведении хронометражных исследований производственных процессов устройства дополнительной теплоизоляции теплопроводных включений объектов жилой застройки, нами были проанализированы целесообразность внедрения усовершенствованных вариантов устройства дополнительной теплоизоляции с технологической и экономической точки зрения, рассчитав трудоемкость и стоимость устройства теплоизоляции балконов для 20 зданий с различными архитектурно-планировочными характеристиками. При этом для каждого здания были применены четыре варианта дополнительной теплоизоляции и вариант наружной теплоизоляции для балконов. **Анализ исследований:** Техничко-экономические показатели (трудоемкость, стоимость, продолжительность) устройство дополнительной теплоизоляции армированными теплоизоляционными блоками почти не исследованы отечественными экспертами. Поэтому, **целью** данной работы является оценка усовершенствованных вариантов устройства дополнительной теплоизоляции, оптимизированных по критериям снижения трудозатрат и стоимости по сравнению с аналогичными показателями устройства наружной теплоизоляции. **Вывод:** Результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что применение дополнительной теплоизоляции позволяет достичь почти идентичного (с разницей в 1-4%) экономического эффекта по сравнению со стандартным устройством наружной теплоизоляции балконов. При этом устройства разработанных конструктивно-технологических решений стоит примерно в 4 раза дешевле. По трудоемкости, то устройства дополнительной теплоизоляции, например, для объекта исследования № 1 соответствует показателю 21 чел-ч, в то время как устройства наружной теплоизоляции балконов этого здания соответствует затратам труда в 5401 чел-ч.

Ключевые слова: теплопроводное включение, конструктивно-технологическое решение, технология устройства теплоизоляции, балкон, технико-экономические показатели, энергосбережение.

RESEARCHES OF INFLUENCE OF POSSIBLE CONSTRUCTIVE TECHNOLOGY SOLUTIONS OF THERMAL INSULATION OF BALCONIES ON FINAL TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF THEIR DEVICE

BEREZYUK A. M.¹, *Cand. Sc. (Tech.), Prof.*,
DIKAREV K. B.^{2*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
SKOKOVA A. O.³, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
KUZMENKO O. M.,⁴
LISNIAK D.Y.,⁵

¹ 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: [berezuk@mail.pgasa.dp.ua](mailto:berezyuk@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0003-2113-6858

^{2*} 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, ORCID ID: 0000-0001-9107-3667

³ 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: askokova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0443-0222

⁴ 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, ORCID ID: 0000-0001-5976-5436

⁵ 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: danillisniak@gmail.com

Abstract. Raising of problem. Nowadays more and more normative documents aimed at providing energy efficiency of construction objects are developing in Ukraine, they are trying to fit in the European norms. However all the same the European countries which already introduce the standard of passive and even active house which not only completely provides own energy consumption, and also realizes the state the made excess energy are ahead of us. Effective external thermal insulation remains the traditional decision for achievement of standard level of thermal protection of buildings. However, it is known that almost each building, warmed from the outside compliance with existing rules, contains heat-conducting inclusions, breaking heattechnical uniformity of an insulating cover of the building and represent a zone of the increased heatlosses. By specialists of MSW department versions of the device of energy saving constructive technology solutions for elimination of negative effect of heat-conducting inclusions in a balcony zone have been developed. Operational efficiency of these decisions is investigated in the previous publications. Norms of costs of work of the device of the proposed solutions aren't presented in modern normative documents in the field of construction. Therefore relying on the norms of time found when carrying out time researches of productions of the device of additional thermal insulation of heat-conducting inclusions of objects of the housing estate us the expediency of introduction of improved versions of the device of additional thermal insulation have been analysed from the technological and economic point of view, we calculated labor input and the cost of the device of thermal insulation of balconies for 20 buildings with various architectural and planning characteristics. At the same time for each building four options of additional thermal insulation and option of external thermal insulation have been applied to balconies. **Analysis of recent researches:** Technical and economic indicators (labor input, cost, duration) the device of additional thermal insulation the reinforced heat-insulating blocks aren't investigated by almost domestic experts. Therefore, **the purpose** of this work is the assessment of the improved versions of the device of additional thermal insulation optimized by criteria of decrease in labor costs and cost in comparison with similar indicators of the device of external thermal insulation. **Conclusion:** Results of our research demonstrate that application of additional thermal insulation allows to reach almost identical (with a difference in 1-4%) economic effect in comparison with the standard device of external thermal insulation of balconies. At the same time devices of the developed constructive technology solutions costs about 4 times cheaper. On labor input, devices of additional thermal insulation, for example, for an object of a research № 1 there correspond to an indicator 21 persons- h while devices of external thermal insulation of balconies of this building corresponds to work expenses in 5401 persons - h.

Keywords: thermal bridges, structural joint, external insulation technology, balcony, technical and economic indicators, energy saving effect.

Постановка проблеми. Інтенсифікація видобутку ресурсів, невпинний ріст населення, здорожчання ресурсів змушують людство рухатись у напрямку енергозаощадження. Дипломатична та економічна криза в нашій державі супроводжується підвищенням тарифів на газ та електроенергію для населення. Проте, незважаючи на численні здобутки вчених у

галузі енергоефективності об'єктів будівництва, проблема теплопровідних включень залишається маловивченою. До теплопровідних включень, які обумовлені конструктивними особливостями будівлі, відносять міжповерхові та балконні перекриття, колони, пілони, кутові примикання тощо. Фахівцями кафедри Технології будівельного виробництва були

розроблені та запатентовані конструктивно-технологічні рішення, що дозволяють значно скоротити тепловитрати крізь містки холоду в зоні «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» [7]. Однак норми витрат праці на влаштування запропонованих рішень не представлені в сучасних нормативних документах в галузі будівництва. Тому були проведені хронометражні дослідження виробничих процесів влаштування промислових зразків додаткової теплоізоляції

балконів в умовах будівництва [4]. Отримані дані дозволили нам розрахувати норми часу, які були використані задля оцінки ефективності технологічних процесів влаштування додаткової теплоізоляції за критеріями зниження трудомісткості та вартості у порівнянні з влаштуванням зовнішньої теплоізоляції балконів. В статті про хронометраж [4] були знайдені норми часу (таблиця 1), щоб поррахувати техніко-економічні показники.

Таблиця 1

Підсумок витрат праці для ручних та механізованих процесів влаштування додаткової теплоізоляції / Summarized data of labour performance for thermal insulation arrangement process

Розрахунок Нч на 100 м.п. (люд. – год)	3,26
Розрахунок Нч на 100 м.п. (маш – год.)	1,03

Отримані експериментальним шляхом норми часу були використані для розрахунку трудомісткості та вартості влаштування теплоізоляції балконів для 20 будівель з різними архітектурно-планувальними характеристиками. При цьому для кожної будівлі було застосовано чотири варіанти додаткової теплоізоляції та варіант зовнішньої теплоізоляції. Наприклад, для першої будівлі під шифром 1.1 застосовано додаткову теплоізоляцію балконів з пінополіуретану (ППУ), під шифром 1.2 – додаткову теплоізоляцію з мінеральної вати (МВ), 1.3 – додаткову теплоізоляцію з пінополістиролу екструдованого (ППС екстр.), 1.4 – з пінополістиролу звичайного (ППС), 1.5 – варіант влаштування балконів без теплоізоляції, 1.6 – влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів за технологією «CERESIT» (Зовн. теплоізоляція).

Для кожного варіанту розроблено комплекс робіт з влаштування плит перекриття, що включає: опалубні роботи, арматурні роботи, бетонні роботи та влаштування додаткової теплоізоляції (4 варіанти) або влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів. Причому програмний комплекс АВК – 5 передбачає можливість створення нової позиції в нормативно-довідковій інформації в сервісі «База користувача». Таким чином на основі ДСТУ Б Д.2.2-2008 створена

власна будівельна робота «Встановлення теплоізоляційного армованого елемента та зв'язування арматури елемента з арматурою плити перекриття», яка містить розраховану норму часу та склад робіт докладно описаний вище. Одиниці вимірювання – 100 м.п. Аналогічно були створені позиції будівельних матеріалів з урахуванням вартості кожного з 4-х варіантів в цінах на 2014 рік. Таким чином вартість 1 метру теплоізоляційного виробу для балконів імпортного виробництва сягає 100 у.о. або за курсом 2014 року 2200 гривень. На основі даних виробників будівельних матеріалів ми підрахували, що виготовлення 1 метру додаткової теплоізоляції вітчизняного виробництва коштуватиме в залежності від теплоізоляційного матеріалу: 191,5 грн для варіанту з пінополіуретану, 170,52 грн для мінеральної вати, 175,06 грн для варіанту з пінополістиролу екструдованого і 168,18 грн для пінополістиролу звичайного.

Результати розрахунку трудомісткості наведено на рис. 25. Слід зазначити, що нами було вирішено прийняти однакову норму часу на влаштування всіх 4-х типів додаткової теплоізоляції, так як вага елементів змінюється не суттєво залежно від виду матеріалу, а отже і навантаження на виконавця робіт майже не змінюється.

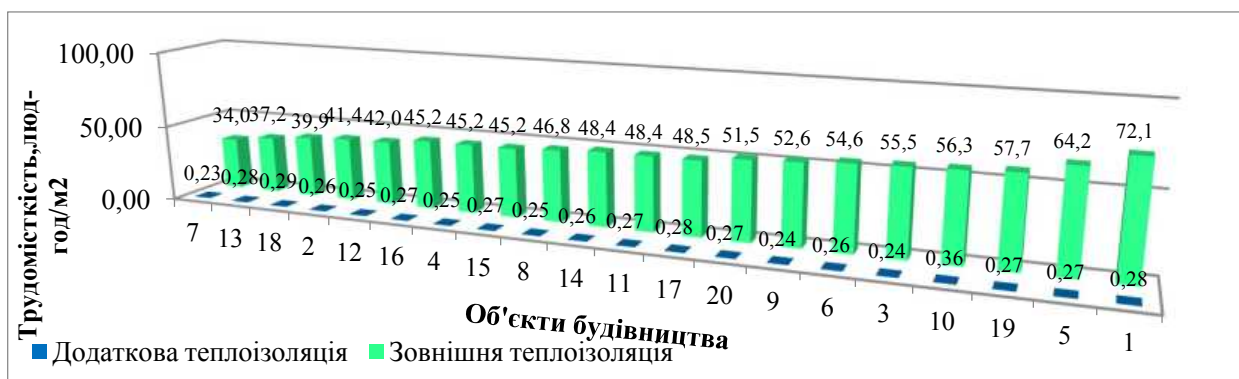


Рис. 1. Питома трудомісткість теплоізоляції балконів на 1 м² теплопровідного включення/ Specific labor input of thermal insulation of balconies on 1 sq.m of heat-conducting inclusion

Трудомісткість було перераховано на 1м² теплопровідних включень для кожного об'єкту. Виявилось, що застосування додаткової теплоізоляції дозволяє значно скоротити витрати праці у порівнянні з зовнішньою теплоізоляцією, що ілюструє рис. 2

Показники вартості також були перераховані на 1м² теплопровідних включень і представлені на рис. 3.

Виявилось, що застосування додатковою теплоізоляції дозволяє скоротити вартість від 126,334 до 345,406 тис. грн. у порівнянні з класичним варіантом влаштування зовнішньої теплоізоляції.

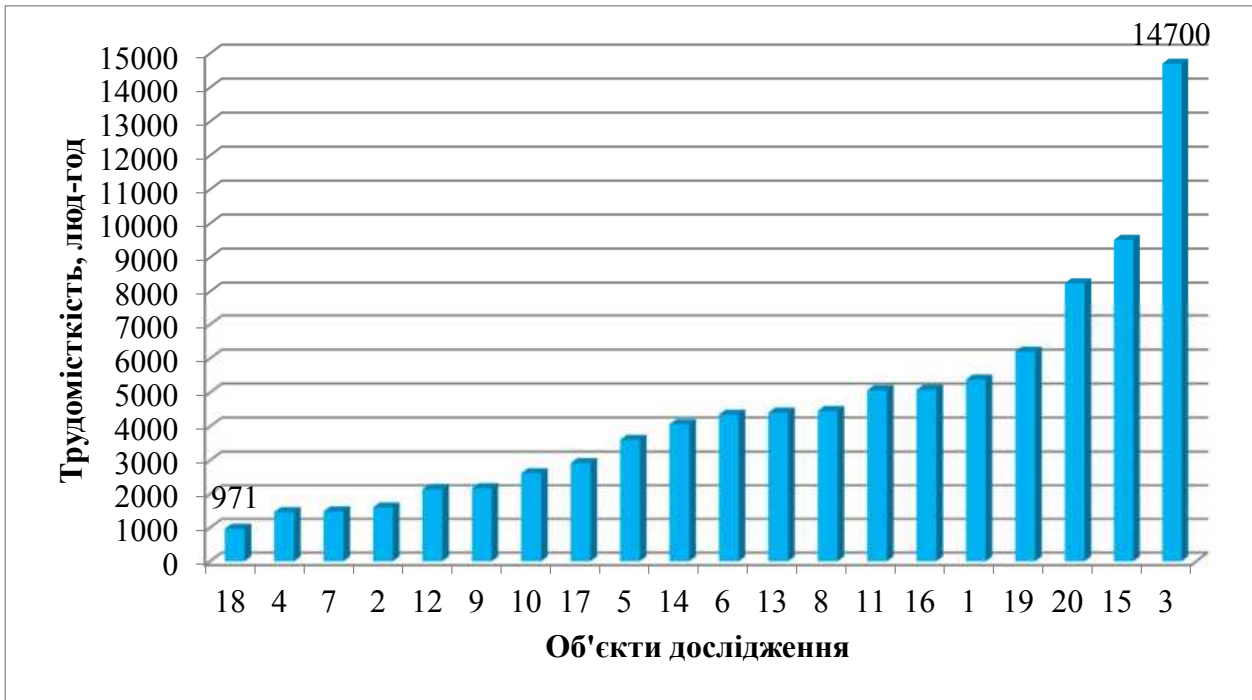


Рис. 2. Зниження трудомісткості робіт при застосуванні додаткової теплоізоляції у порівнянні із зовнішньою теплоізоляцією балконних плит/ Decrease in labor input of works at application of additional thermal insulation in comparison with external thermal insulation of balcony plates

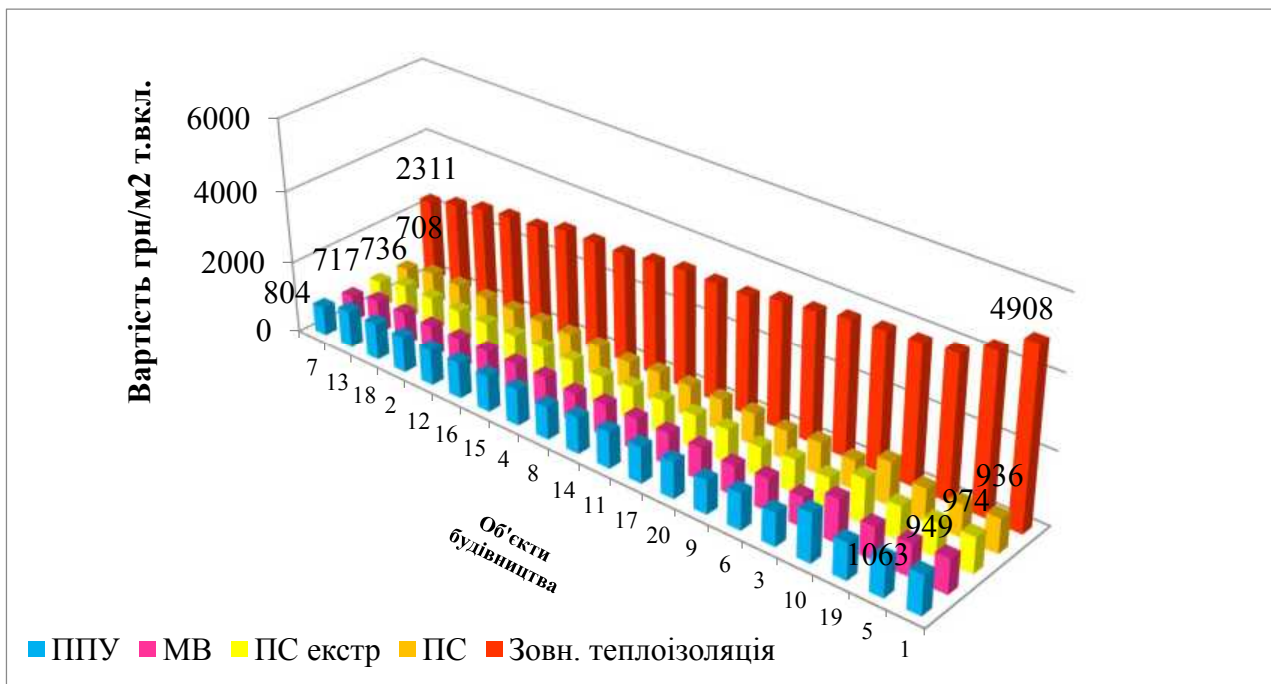


Рис. 3. Питома вартість теплоізоляції балконів на 1м² теплопровідного включення/ The specific cost of thermal insulation of balconies on 1m² of heat-conducting inclusion

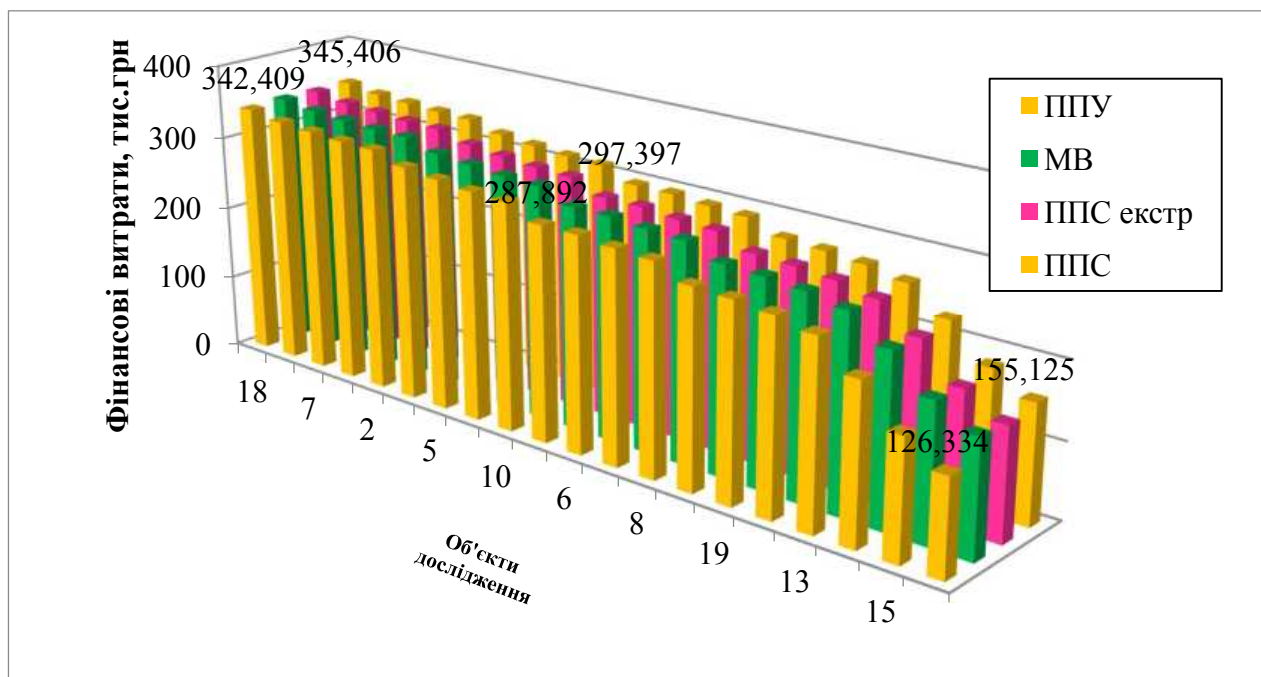


Рис. 4. Зниження вартості робіт у випадку влаштування додаткової теплоізоляції замість зовнішньої теплоізоляції балконних плит/ Depreciation of works in case of the device of additional thermal insulation instead of external thermal insulation of balcony plates

Висновок: Результати нашого дослідження свідчать про те, що застосування додаткової теплоізоляції дозволяє досягти майже ідентичного (з різницею в 1-4%) економічного ефекту у порівнянні зі стандартним влаштуванням зовнішньої теплоізоляції балконів. При цьому влаштування розроблених конструктивно-технологічних рішень

коштує приблизно в 4 рази дешевше. Щодо трудомісткості, то влаштування додаткової теплоізоляції, наприклад, для об'єкту дослідження № 1 відповідає показнику 21 люд-год, в той час як влаштування зовнішньої теплоізоляції балконів цієї будівлі відповідає витратам праці у 5401 люд-год.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Капшук О.А. Ресурсозберігаючий розвиток виробництва залізобетонних конструкцій у сучасних системах розбірно-переставних опалубок: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05. 23. 08 / Ольга Анатоліївна Капшук. – Дніпропетровськ, 2014. – 244 с.
- Пат. 96542 Україна, МПК Е 04 В 1/74. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита - зовнішня стіна - плита перекриття» /А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко, Р. Б. Папірник, заявл. 22.08.2014; опубл. 10.02.2015. Бюл. №3.
- Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016. – 71 с.
- Результати хронометражних досліджень виробничих процесів влаштування додаткової теплоізоляції житлових будинків / А. М. Березюк, К. Б. Дікарев, А. О. Скокова, О. М. Кузьменко // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ГВУЗ ПГАСА, 2016. – Вып. 90. – С. 48 – 54.
- Удосконалення енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита – зовнішня стіна – плита перекриття» / А. Березюк, К. Дікарев, Д. Волчок, А. Скокова, О. Кузьменко, С. Зайцев // Theoretical foundations of civil engineering. – Dnipropetrovsk: PSACEA, 2014. – Vol. 22. – P. 57 – 62.
- Experimental and numerical thermal analysis of joint connection «floor slab – balcony slab» with integrated thermal break /К. Dikarev, A. Berezyuk, O. Kuzmenko, A. Skokova // Energy Procedia, 2016. – № 85. – P. 184 – 192. – Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215029902>.
- Пат. 109760 Україна, МПК Е 04 В 1/74. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита - зовнішня огорожувальна конструкція - плита перекриття» /А.М. Березюк, К.Б. Дікарев, А.О. Скокова, О.М. Кузьменко, Д.Ю. Лісняк, Д.С. Сахно, І.В. Дорохін заявл. 08.02.2016; опубл. 12.09.2016. Бюл. № 14.
- Goulouti K., Castro J., Vassilopoulos A., Keller T. Thermal performance evaluation of fiber-reinforced polymer thermal breaks for balcony connections // Energy and Buildings, 70. – 2014. – P. 365-371
- Gea H., McClungb V.R., Zhangc S. Impact of Balcony Thermal Bridges on the Overall Thermal Performance of Multi-Unit Residential Buildings: A Case Study. // Energy and Buildings, 60. – 2013. – P. 163-173
- 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

REFERENCES

1. Kapchuk O. A. Development of resource-saving production of reinforced concrete structures in modern disassembled formwork systems: thesis for PhD degree: 05. 23. 08 / Ol'ga Anatoliyivna Kapchuk. – Dnipropetrovs'k, 2014. – 244 p
2. Ukraine Patent № 96542, MPK E 04 B 1/74. The method of installation of energy-saving structural connection "balcony slab - external wall – floor slab" / A. M. Berezyuk, K. B. Dikarev, A. O. Skokova, O. M. Kuzmenko, R. B. Papirnyk, appl. 08/22/2014; publ. 02.10.2015. Bull. №3.
3. . Thermal isolation of buildings of DBN V.2.6-31: 2016. - M.: Ministry of Construction, Architecture and Housing of Ukraine, 2006. - 71 pages.
4. Results of time researches of productions of the device of additional thermal insulation of houses. N. Berezyuk, K. B. Dikarev, A. A. Skokova, A. M. Kuzmenko//Construction, materials science, mechanical engineering. - Dnipropetrovsk: GVUZ PGASA, 2016. - Issue 90. - C. 48 - 54.
5. Improvement of the energy saving constructive hub "balcony plate-a external wall-a overlapping plate" / A. Berezyuk, K. Dikarev, D. Volchok, A. Skokova, A. Kuzmenko, S. Zaytsev//Theoretical foundations of civil engineering. - Dnipropetrovsk: PSACEA, 2014. - Vol. 22. - P. 57 - 62.
6. Experimental and numerical thermal analysis of joint connection«floor slab – balcony slabe» with integrated thermal break /K. Dikarev, A. Berezyuk, O. Kuzmenko, A. Skokova // Energy Procedia, 2016. – № 85. – P. 184 – 192. – Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215029902>.
7. .Patent 109760 Ukraine, MPK E 04 V 1/74. Way of the device of the energy saving constructive hub "balcony plate-the external protecting design-a overlapping plate"/A.M. Berezyuk, K. B. Dikarev, A. A. Skokova, A. N. Kuzmenko, D.Yu. Lisnyak, D. S. Sakhno, I. V. Dorokhin заявл. 2/8/2016; опубл. 9/12/2016. Bulletin №. 14.
8. Goulouti K., Castro J., Vassilopoulos A., Keller T. Thermal performance evaluation of fiber-reinforced polymer thermal breaks for balcony connections // Energy and Buildings, 70. – 2014. – P. 365-371
9. Gea H., McClungb V.R., Zhangc S. Impact of Balcony Thermal Bridges on the Overall Thermal Performance of Multi-Unit Residential Buildings: A Case Study. // Energy and Buildings, 60. – 2013. – P. 163-173
10. 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

Статья рекомендована к публикации д-рами техн. наук, В.И. Большаковым и Д.В. Лаухиным (Украина)