

УДК 692.82:699.86

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.71.313

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХРАМНЫХ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ОКОН

СОПИЛЬНЯК А. М.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,

КОЛОХОВ В. В.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,

ШЛЯХОВ К. В.<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доц.,

СЕНЧИШАК Д. В.<sup>4</sup>, студ.,

КОБЗАРЬ И. И.<sup>5</sup>, студ.

<sup>1</sup>Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: artem\_sopilnyak@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

<sup>2</sup>Кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-76, e-mail: kolokhovdnepr@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8223-1483

<sup>3</sup>Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: blyahov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-6493-6201

<sup>4</sup>Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 32-44-51, e-mail: senchishak95@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4783-5252

<sup>5</sup>Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 32-44-51, e-mail: kobzar.inna2017@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3789-0209

**Аннотация. Постановка проблемы.** В наше время актуальной проблемой становится непрерывное повышение стоимости энергоресурсов для населения. Эффективные технологии помогут минимизировать тепловые потери внутри помещения и сохранить сбережения. В развитых странах уже есть много примеров зданий с нулевым потреблением энергии, одним из ключевых аспектов которых являются энергосберегающие высокоэффективные светопрозрачные конструкции. **Цель статьи** - опытным путем на основании термограмм доказать целесообразность применения двухрамных металлопластиковых окон в сравнении с однорамными. **Методика** - проведение съемки тепловизором, а также выполнение расчетов теплопроводности ограждающих светопрозрачных металлопластиковых конструкций массового применения двух типов – однорамных и двухрамных с воздушной прослойкой в 200 мм с использованием программного комплекса «Elcut 5». **Результаты.** В результатах тепловизора присутствуют некоторые незначительные отличия в показаниях температурных величин по сравнению с расчетными значениями, полученными в ПК «Elcut». Это можно объяснить несовершенством программного комплекса, а также погрешностью точности определения температуры поверхности тепловизором. **Выводы.** Применение двухрамных металлопластиковых окон в сравнении с однорамными повышает сопротивление теплопередачи и тем самым снижает тепловые потери. Двухрамные металлопластиковые светопрозрачные конструкции - это энергосберегающие, высокоэффективные и бюджетные термически однородные ограждающие конструкции, что, безусловно, является лучшим вариантом в наши дни.

**Ключевые слова:** двухрамная металлопластиковая светопрозрачная конструкция

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДВОРАМНИХ МЕТАЛОПЛАСТИКОВИХ ВІКОН

СОПІЛЬНЯК А. М.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,

КОЛОХОВ В. В.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,

ШЛЯХОВ К. В.<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доц.,

СЕНЧИШАК Д. В.<sup>4</sup>, студ.,

КОБЗАР І. І.<sup>5</sup>, студ.

<sup>1</sup>Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: artem\_sopilnyak@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

<sup>2</sup>Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-76, e-mail: kolokhovdnepr@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8223-1483

<sup>3</sup>Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: blyahov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-6493-6201

<sup>4</sup>Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна. тел. +38 (0562) 32-44-51, e-mail: senchishak95@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4783-5252

<sup>5</sup>Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна. тел. +38 (0562) 32-44-51, e-mail: kobzar.inna2017@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3789-0209

**Анотація. Постановка проблеми.** Наразі актуальною проблемою стає безперервне підвищення вартості енергоресурсів для населення. Ефективні технології допоможуть мінімізувати теплові втрати зсередини приміщення і зберегти заощадження. У розвинених країнах вже є багато прикладів будівель із нульовим споживанням енергії, одним із ключових аспектів яких стали енергозберігальні високоефективні світлопрозорі конструкції. **Мета статті** - дослідним шляхом на підставі термограми довести доцільність застосування дворамних металопластикових вікон порівнянно з однорамними. **Методика.** Проведення зйомки тепловізором, а також виконання розрахунків теплопровідності огорожувальних світлопрозорих металопластикових конструкцій масового застосування двох типів - однорамної та дворамної з повітряним прошарком в 200 мм з використанням програмного комплексу «Elcut 5». **Результати.** В результатах тепловізора присутні деякі незначні відмінності в показаннях температурних величин порівнянно з розрахунковими значеннями, отриманими в ПК «Elcut 5». Це можна пояснити недосконалістю програмного комплексу, а також похибкою точності визначення температури поверхні тепловізором. **Висновки.** Застосування дворамних металопластикових вікон порівнянно з однорамними підвищує опір теплопередачі, і тим самим знижує теплові втрати. Дворамні металопластикові світлопрозорі конструкції є енергозберігальними, високоефективними і бюджетними термічно однорідними огорожувальними конструкціями, що, безумовно, стало найкращим варіантом у наші дні.

**Ключові слова:** дворамна металопластикові світлопрозора конструкція

## RESEARCH OF THE VIABILITY OF APPLICATION OF DOUBLE GLAZING METAL-PLASTIC WINDOWS

SOPIL'NYAK A. M.<sup>1</sup>, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

KOLOKHOV V. V.<sup>2</sup>, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

SHLYAKHOV K. V.<sup>3</sup>, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

SENGHISHAK D. V.<sup>4</sup>, *student*

KOBZAR' I. I.<sup>5</sup>, *student*

<sup>1</sup>Department of reinforced and masonry constructions, State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, +38 (0562) 47-02-98, e-mail: artem\_sopilnyak@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

<sup>2</sup>Department of building materials, products and structures technology, State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, +38 (056) 756-33-76, e-mail: kolokhovdnepr@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8223-1483

<sup>3</sup>Department of reinforced and masonry constructions, State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, +38 (0562) 47-02-98, e-mail: 6lyahov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-6493-6201

<sup>4</sup>State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, +38 (0562) 32-44-51, e-mail: senchishak95@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4783-5252

<sup>5</sup>State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, +38 (0562) 32-44-51, e-mail: kobzar.inna2017@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3789-0209

**Annotation. Formulation of the problem.** Nowadays, the current problem becomes the continuous increasing of the energy cost for the population. Efficient technologies will help minimize heat losses inside the building and save money. In developed countries, there are already a lot of examples of zero-energy buildings, one of the main aspects of which are energy-conservative high-performance translucent structures. **Purpose.** Experimentally, based on the thermograms, to prove the expediency of application of double glazing metal-plastic windows in comparison with one-frame windows. **The technique.** Carrying out shooting with a thermographic camera, as well as performing calculations of thermal conductivity of enclosure translucent metal-plastic structures of two types for wide use - one-frame and dual screen frame with an air layer of 200 mm using the “Elcut 5” software package. **Results.** There are some insignificant differences in the results of the thermographic camera in the statement of temperature values compared with the calculated values obtained in the PC “Elcut”. This can be explained by the imperfection of the software package, as well as by the uncertainty of the determination of the surface temperature by the thermographic camera. **Conclusions.** The application of double glazing metal-plastic windows in comparison with the one-frame window increases the resistance to heat transfer, and thereby reduces heat losses. Double glazing metal-plastic translucent structures are energy-conservative, highly-efficient and low-budget thermally homogeneous enclosing structures, which, of course, are the best option these days.

**Key words:** double glazing metal-plastic windows; translucent structures

**Введение.** В наше время актуальной проблемой становится непрерывное повышение стоимости энергоресурсов для населения. Эффективные технологии помогут минимизировать тепловые потери изнутри помещения и сохранить сбережения.

В развитых странах уже есть много примеров зданий с нулевым потреблением энергии, одним из ключевых аспектов которых являются энергосберегающие высокоэффективные светопрозрачные конструкции.

История пластиковых окон началась в Европе, где цены на энергоносители стали заметно расти и содержать жилье, оплачивая теплопотери, стало крайне накладно. Предприимчивые европейцы искали способы сохранения тепла и результатом таких поисков стала новинка на рынке — окна из пластика. Изобретение стало очень успешным и оправдало возложенные на него надежды, прекрасно справляясь с задачей теплосбережения.

**Цель статьи** - опытным путем на основании термограмм доказать целесообразность применения двухрамных металлопластиковых окон в сравнении с однорамными.

**Изложение материала.** С использованием программного комплекса «Elcut 5» были произведены расчеты теплопроводности ограждающих светопрозрачных металлопластиковых конструкций массового применения.

Для определения приведенного сопротивления теплопередачи всех типов конструкций были приняты следующие материалы:

- материал несущей стены – кирпич силикатный полуторный, коэффициент теплопроводности  $\lambda = 0,76 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  и  $\lambda = 0,87 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  для условий эксплуатации А и Б соответственно [1; 2];
- утеплитель – плитный пенополистирол, толщина 100 мм, коэффициент теплопроводности  $\lambda = 0,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  [2];
- окно – оконный трех камерный ПВХ профиль, коэффициент теплопроводности  $\lambda = 0,63 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  [3];

➤ окно – стандартное оконное стекло, толщина 4 мм, коэффициент теплопроводности  $\lambda = 1,0 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  [4];

➤ воздушная прослойка —  $0,15 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  согласно таблице 12 (при ширине замкнутой прослойки 5-30 см) [5] с учетом явлений конвекции и излучения.

Во время исследования были рассмотрены следующие типы конструктивного решения ограждающих конструкций и светопрозрачных конструкций (окон):

1. Несущая стена из силикатного кирпича толщиной.

Светопрозрачная конструкция – однорамное окно.

Окно с однокамерным стеклопакетом (4-16-4 мм) и трехкамерным оконным профилем.

2. Несущая стена из силикатного кирпича толщиной 510 мм с утеплением пенополистирольными плитами толщиной 100мм и плотностью  $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ .

Светопрозрачная конструкция – однорамное окно.

Окно с однокамерным стеклопакетом (4-16-4 мм) и трехкамерным оконным профилем.

3. Несущая стена из силикатного кирпича толщиной 510 мм с утеплением пенополистирольными плитами толщиной 100 мм и плотностью  $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ .

Светопрозрачная конструкция – двухрамное окно.

Окна с однокамерными стеклопакетами (4-16-4 мм) и трехкамерными оконными профилями.

При этом второй оконный блок устанавливается в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя.

Воздушная прослойка между внутренними гранями стеклопакетов – 200 мм.

4. Несущая стена из силикатного кирпича толщиной 510 мм с утеплением пенополистирольными плитами толщиной 100 мм и плотностью  $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ .

Светопрозрачная конструкция – двухрамное окно.

Одно окно с однокамерными стеклопакетами (4-16-4 мм) и трехкамерными оконными профилями.

Второй оконный блок из одного слоя поликарбоната устанавливается в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя.

Воздушная прослойка между внутренними гранями стеклопакетов – 235 мм.



Рис. 1. Фрагмент ограждающей конструкции с однокорпусным оконным блоком и с установкой дополнительной оконной рамы из поликарбоната



Рис. 2. Фрагмент ограждающей конструкции с двухрамным оконным блоком, при установке второго оконного блока в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя/

Таблица 1 демонстрирует схемы конструктивных решений заполнения оконного проема первого типа – в однокорпусном исполнении массового применения, второго типа – с утеплением несущей стены пенополистирольными плитами, третьего типа – с установкой дополнительной оконной рамы в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя, и четвертого типа – с установкой дополнительной оконной рамы из одного слоя поликарбоната в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя, а также температурные изополя участка ограждающей стены со

светопрозрачной конструкцией и результаты расчётов приведенного сопротивления теплопередачи, полученные в программном комплексе «Elcut 5».

Для наглядного подтверждения данных, полученных в ПК «Elcut 5», касаемо всех типов ограждающих конструкций (согласно таблице 1) была выполнена тепловизионная съемка в зимний период при температуре воздуха окружающей среды  $-10^{\circ}\text{C}$  (для варианта 2 и 4, рис. 1) и при температуре  $-7^{\circ}\text{C}$  (для варианта 2 и 3, рис. 2).

В период выполнения тепловизионной съемки температура на поверхности утеплителя (плиты пенополистирола  $\rho = 25\text{кг/м}^3$ , толщиной 100 мм) несущей стены была  $-9^{\circ}\text{C}$ . На однокорпусном окне, в средней части, температура на поверхности стекла была  $-3^{\circ}\text{C}$ , а на окне (в средней части), с дополнительно установленной оконной рамой из поликарбоната (4 мм), температура на поверхности поликарбоната была  $-6,5^{\circ}\text{C}$  (рис. 1, 3).

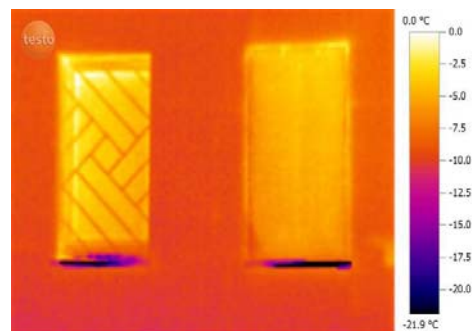
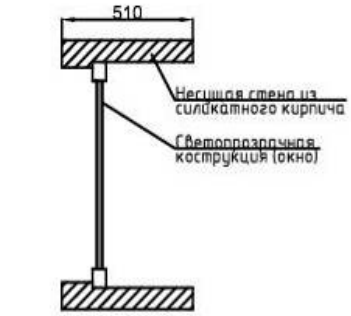
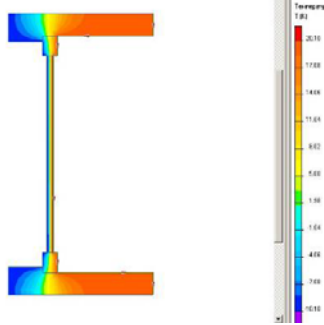
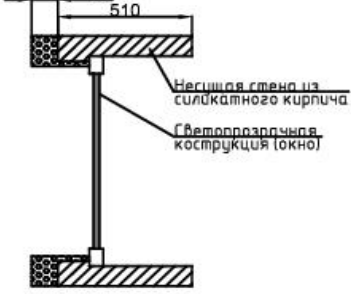
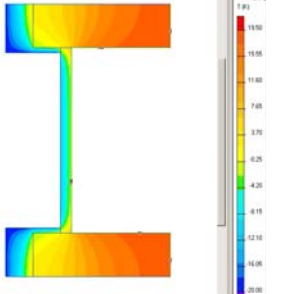
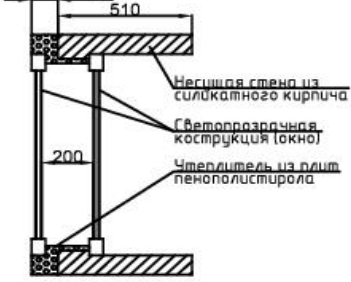
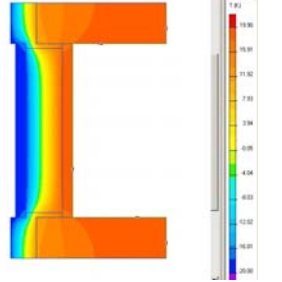
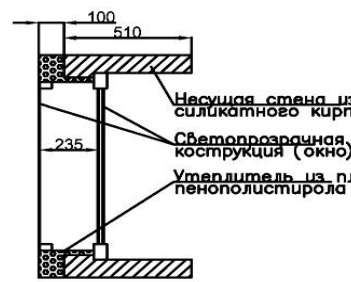
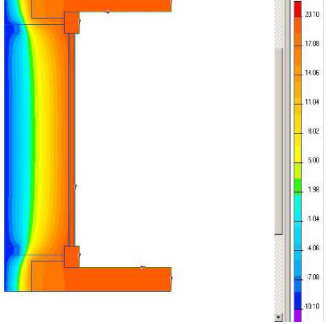


Рис. 3. Термограмма фрагмента ограждающей конструкции с однокорпусным оконным блоком и с установкой дополнительной оконной рамы из поликарбоната (4 мм)

В период выполнения тепловизионной съемки изнутри помещения (с внутренней стороны того же фрагмента ограждающей конструкции) для первого и последнего варианта (согласно таблице 1) ограждающей конструкции с установкой дополнительной оконной рамы с поликарбонатом температура воздуха в помещении была  $+20^{\circ}\text{C}$ , а на поверхности несущей стены  $+18,5^{\circ}\text{C}$ . На однокорпусном окне, в средней части, температура на поверхности стекла была  $+10^{\circ}\text{C}$  (рис. 4), а на окне с дополнительно установленной оконной рамой (в средней части) из поликарбоната  $+16^{\circ}\text{C}$  (рис. 5).

Таблиця 1

**Сравнение приведенного сопротивления теплопередачи трехслойных стеновых панелей массового применения**

№ п.п	Эскиз участка стены со светопрозрачной конструкцией	Конструкция	Температурные изополя участка ограждающей стены со светопрозрачной конструкцией, полученные в ПК «Eicut»	Приведенное сопротивление теплопередачи, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
1		Кирпичная стена 510 мм, однокорамное окно		0,46
2		Кирпичная стена 510 мм, однокорамное окно, пенополистирол 100 мм $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$		0,50
3		Кирпичная стена 510 мм, двухкорамное окно, пенополистирол 100 мм $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ , воздушная прослойка 200 мм		3,01
4		Кирпичная стена 510 мм, однокорамное окно, пенополистирол 100 мм $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ , воздушная прослойка 235 мм		3,15



Также стоит отметить, что на окне с дополнительно установленной оконной рамой из поликарбоната полностью отсутствует конденсат, в отличие от однорамного окна, на котором конденсат образуется по всей площади стеклопакета (внизу большие капли, сверху мелкие). Соответственно становятся влажными откосы и появляются грибковые образования в виде черных пятен.

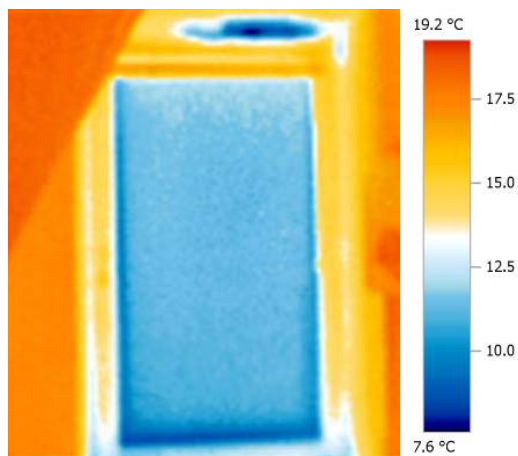


Рис. 4. Термограмма фрагмента ограждающей конструкции с однорамным оконным блоком с внутренней стороны

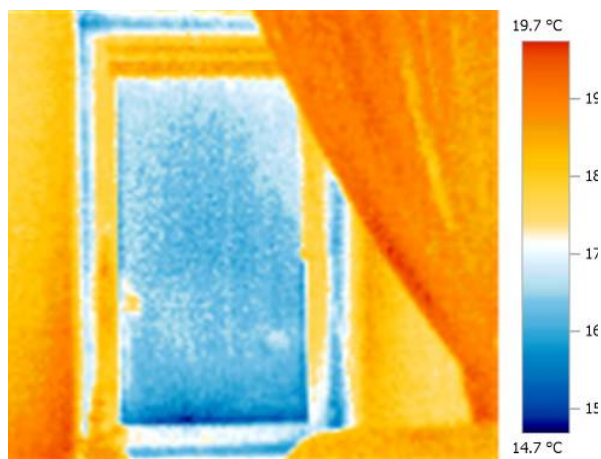


Рис. 5. Термограмма фрагмента ограждающей конструкции с установкой дополнительной оконной рамы из поликарбоната с внутренней стороны

В период выполнения тепловизионной съемки двурамных окон изнутри помещения (с внутренней стороны того же фрагмента ограждающей конструкции) для 3-го варианта (согласно таблице 1) ограждающей конструкции температура воздуха в помещении была +20°C (рис. 7, 8).

В таблице 2 приведены значения температуры в точках, указанных на

рисунке 6, наружной поверхности ограждающей конструкции.

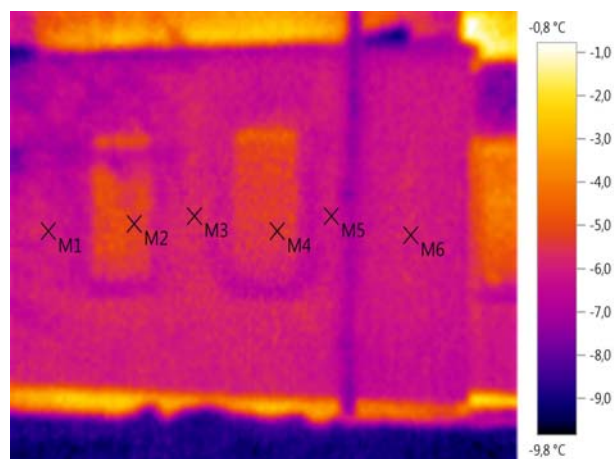


Рис. 6. Термограмма фрагмента ограждающей конструкции с двурамным оконным блоком при установке второго оконного блока в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя (фрагмент представлен снаружи помещения)

Таблица 2  
Температура в наружных точках на поверхности элементов

№точек	Температура [°C]
M1	-5,9
M2	-5,7
M3	-6,0
M4	-5,8
M5	-6,0
M6	-5,9

В таблице 3 приведены значения температуры в точках, указанных на рисунке 7, внутренней поверхности ограждающей конструкции левого окна.

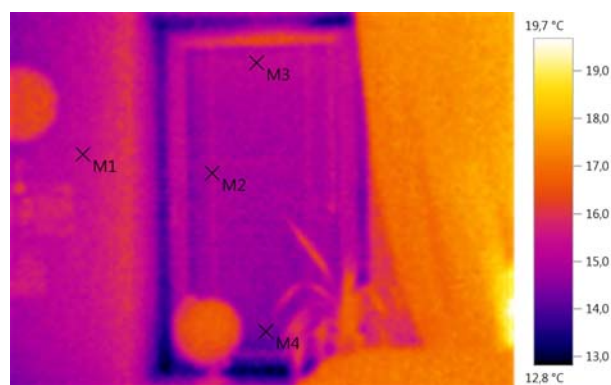


Рис. 7. Термограмма одного фрагмента ограждающей конструкции с внутренней стороны двурамным оконным блоком при установке второго оконного блока в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя

Таблиця 3  
Температура на поверхності елементів  
внутренних точек первого окна

№ точек	Температура [°C]
M1	+15,3
M2	+15,0
M3	+15,2
M4	+14,4

В таблице 4 приведены значения температуры в точках, указанных на рисунке 8, внутренней поверхности ограждающей конструкции правого окна.

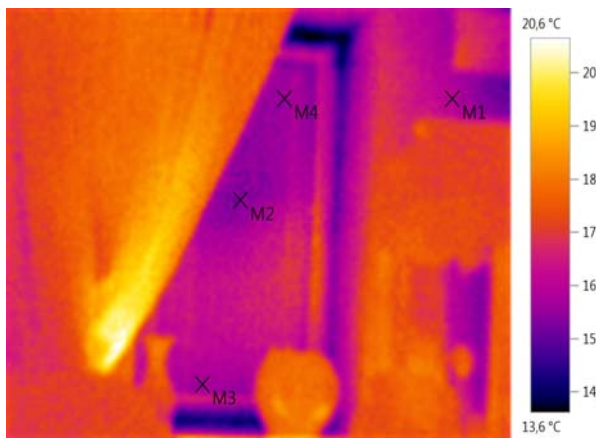


Рис. 8. Термограмма второго фрагмента ограждающей конструкции с внутренней стороны с установкой второго оконного блока в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя

Если проанализировать полученные результаты распределения температурных изополей в ПК «Elcut» и результаты исследований тепловизора, можно сказать, что они очень близки по значениям.

Таблиця 4  
Температура на поверхности элементов  
внутренних точек второго окна

№ точек	Температура [°C]
M1	+15,9
M2	+15,4
M3	+15,6
M4	+15,5

В результатах тепловизора присутствуют некоторые незначительные отличия в показаниях температурных величин по сравнению с расчетными значениями, полученными в ПК «Elcut». Это можно объяснить несовершенством программного комплекса, а также погрешностью точности определения температуры поверхности тепловизором.

При установке дополнительной оконной рамы в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя и появлении воздушной прослойки между рамами окон температурные изополя выравниваются и становятся похожими на изополя утепленных несущих стен.

Благодаря воздушной прослойке, имеющей низкий коэффициент теплопроводности, и второй оконной раме ограждающая светопрозрачная конструкция стала термически однородной со стеной, утепленной плитами пенополистирола  $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ , толщиной 100 мм, а также снизились тепловые потери из помещения.

**Выводы.** Результаты распределения температурных изополей, полученные в ПК «Elcut» для двухрамных металлопластиковых окон, подтвердились натурными исследованиями тепловизором.

Опытным путем на основании термограмм удалось доказать, что применение двухрамных металлопластиковых окон в сравнении с однорамными приводит к повышению сопротивления теплопередачи и тем самым снижает тепловые потери.

Двухрамные металлопластиковые светопрозрачные конструкции - это энергосберегающие, высокоэффективные и бюджетные ограждающие конструкции, что, безусловно, является лучшим вариантом в наши дни.

В данном случае ограждающая конструкция, включая и окно, стала термически однородной.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2016. – [Чинні від 2007-04-01] – Офіц. вид. – Київ : Мінрегіонбуд. України, 2017. – 30 с.
2. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель : ДСТУ Б В.2.6-189:2013. – [Чинний від 2014-01-01] – Київ : Мінрегіонбуд. України, 2014. – Додаток А, – 51 с.

3. Будівельні матеріали. Профілі полівінілхлоридні для огорожувальних будівельних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ Б.В.2.7-130:2007. – [Чинний від 2007-11-01] – Київ : Мінрегіонбуд. України, 2007. – 48 с.
4. Будівельні матеріали. Скло листове. Технічні умови (EN 572:2004; NEQ) : ДСТУ Б.В.2.7-122-2009. – [Чинний від 2010-07-01] – Київ : Мінрегіонбуд. України, 2010. – 87 с.
5. Малявина Е. Г. Теплопотери здания. Справочное пособие / Е. Г. Малявина. – Москва : АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.
6. Сопільняк А. М. Підвищення теплозахисту світлопрозорої огорожувальної конструкцій / А. М. Сопільняк // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднепр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепр, 2017. – Вып. 98 : Энергетика, экология, компьютерные технологии в строительстве. – С. 161–165.

## REFERENCES

1. *Konstruksii budynkiv i sporud. Teplova izoliatsia budivel: DBN V.2.6-31:2016* [Structures of buildings and structures. Thermal insulation of buildings: the State Building Regulations V. 2.6-31:2016]. Dated on 2007-04-01. Kyiv: Minregionbud. Ukraine, 2017, 30 p. (in Ukrainian).
2. *Metody vyboru teploizoliatsiinogo materialu dlia utepлення budivel: DSTU B V.2.6-189:2013* [Methods for choosing an insulation material for insulation of building: the State Standards of Ukraine V.2.6-189:2013]. Dated on 2014-01-01. Kyiv: Minregionbud. Ukraine, 2014, Appendix A, 51 p. (in Ukrainian).
3. *Budivelni materialy. Profili polivinilkhlorydni dlia ogorodzhvalnykh budivelnykh konstruksii. Zagalni tekhnichni umovy: DSTU B V.2.7-130:2007* [Building materials. Extruded sations from PVC for enclosure filding structures. General specifications: the State Standards of Ukraine V.2.7-130:2007]. Dated on 2007-11-01. Kyiv: Minregionbud. Ukraine, 2007, 48 p. (in Ukrainian).
4. *Budivelni materialy. Sklo lystove. Tekhnichni umovy (EN 572:2004, NEQ): DSTU B V.2.7-122-2009* [Building materials. Sheet glass. Specifications (EN 572: 2004; NEQ) : the State Standards of Ukraine V.2.7-122-2009]. Dated on 2010-07-01. Kyiv: Minregionbud. Ukraine, 2010, 48 p. (in Ukrainian).
5. Malyavina E.G. *Teplopoteri zdaniya. Spravochnoye posobiye* [Heat losses of building. Handbook]. Moscow: AVOK-PRESS, 2007, 144 p. (in Ukrainian).
6. Sopil'nyak A.M. *Povyshenie teplozashchity ograzhdayushchey svetoprozrachnoy konstruksii* [Increasing the thermal protection of the enclosing translucent structure]. *Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Construction, material science, mechanical engineering]. *Energetika, ekologiya, komp'yuternye tekhnologii v stroitel'stve* [Energy, ecology, computer technology in the construction], Dnepr, 2017, iss. 98, pp. 161–165. ISSN 2405-7031.

Рецензент: Савицький М. В., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 20.07.2018 р.