

УДК 624.15

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛІ

Є. А. БАКУЛІН, доцент; Д. С. ПОДОЛЯНКО, студент  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
E-mail: [bakulin\\_evgeniy@nubip.edu.ua](mailto:bakulin_evgeniy@nubip.edu.ua)

Теплотехнічні властивості будівельних матеріалів та конструкцій мають три найважливіші показники ( $\lambda$ ,  $R$  та  $U$ ), які впливають на енергоефективність будівель. Для вибору технології будівництва, яка найкраще відповідає сучасним вимогам до енергозбереження, необхідно повне розуміння відмінності цими показниками і те, як вони впливають на властивості конструкцій.

Згідно ДСТУ Б В.2.6-189 рекомендовано, що при проектуванні огорожувальних конструкцій обов'язковим є виконання умови  $R_{\Sigma np} \geq R_{qmin}$ .

Конструкція з кращою теплоізоляцією забезпечує необхідне значення  $R$  при мінімальній товщині та зберігає тепло так само, як і товстіші конструкції (рис. 1).

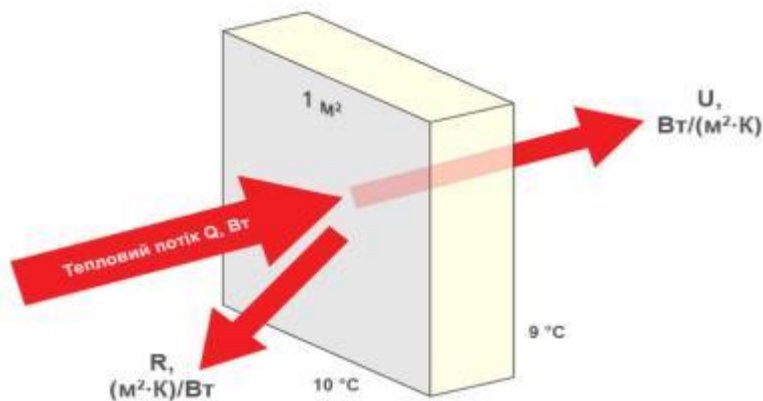


Рис. 1. Опір теплопередачі  $R$  та коефіцієнт теплопередачі  $U$

Розрахункові значення теплопровідності  $\lambda$ , щільності матеріалу наведені в таблиці 1, згідно ДСТУ 9191:2022 «Теплоізоляція будівель метод вибору теплоізоляційного матеріалу».

Таблиця 1

**Характеристики шарів сендвіч панелі з пінополіуретановим наповнювачем**

Конструкція сендвіч-панелі	$\delta$ , м	$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/(м·К)
1. Зовнішній сталевий оцинкований лист	0,07	7856	57,0
2. Пінополіуретан	0	50	0,03
3. Внутрішній сталевий оцинкований лист	0,04	7856	57,0

Інші характеристики сендвіч-панелі з пенополіізоціануратним наповнювачем приведені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Властивості сендвіч-панелі з пінополіуретановим наповнювачем**

№ п.п.	Показники	Значення
<b>Теплотехнічні характеристики</b>		
1	Товщина сендвіч-панелі (наповнювач ППУ), мм	150
2	Опір теплопередачі, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	5,163
3	Перевищення опору теплопередачі, %	4,4
4	Коефіцієнт теплопередачі при 25°C, U, Вт/м <sup>2</sup> ·К	0,21
5	Ефективна теплопровідність при 10°C, $\lambda_{Design}$ , Вт/м·К	0,028
<b>Противопожежні характеристики</b>		
6	Вогнестійкість	EI30
7	Група поширення полум'я по наповнювачу	M1
8	Група горючості наповнювача	G1
<b>Експлуатаційні характеристики</b>		
9	Термін ефективної експлуатації наповнювача, років	до 30
10	Гарантійний термін структурної цілісності, років	2
11	Гарантійний термін естетичної відповідності, років	10-12
12	Гарантійний термін технічної відповідності, років	до 20
<b>Вартість</b>		
13	Вартість сендвіч-панелі СП-150 ППУ, грн./м <sup>2</sup>	1599,00



Сендвіч-панелі з пінопластовим наповнювачем дуже легкі (щільність становить від 15,0 – 25,0 кг/м<sup>3</sup>), мають енергозберігаючі характеристики  $\lambda = 0,039 - 0,042$  Вт/(м·К)

Рис. 2. Пінопластовий наповнювач

**Висновок.** Для оптимізації вибору конструкції сендвіч-панелі по їхнім властивостям необхідно обов'язково проводити теплотехнічні розрахунки, що забезпечить якісний вибір та максимально заощадить вартості матеріалів для конкретного проекту.

Для проведення теплотехнічного розрахунку необхідно володіти інформацією про енергоефективність сендвіч-панелей з різними видами наповнювача та властивостями їх конструкцій.

Такі найважливіші показники ( $\lambda$ ,  $R$  та  $U$ ), суттєво впливають на енергоефективність об'єкта проектування. Тому для вибору технології будівництва їх необхідно враховувати для забезпечення сучасних вимог до енергозбереження.

### Список використаних джерел

1. Bakulin Y.A., Yakovenko I.A., Bakulina V.M. Engineering protection and preparation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin. Kyiv : NULES of Ukraine, 2022. 205 p.

2. Yakovenko I., Dmytrenko Y., Bakulina V. Construction of Analytical Coupling Model in Reinforced Concrete Structures in the Presence of Discrete Cracks. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2022. P.107–120. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_10)

3. Yakovenko I., Bakulin Y. & Bakulina V. (2020). Classification methods of civil buildings reconstruction. *Theoretical and scientific foundations of engineering : coll. mon.* Boston : Primedia eLaunch, 2020, pp. 70–96. <https://doi.org/10.46299/isg.2020.MONO.TECH.II>

4. Бакулін Є.А., Бакуліна В.М., Костира Н.О. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навч. посіб. К. : Вид. центр НУБіП України, 2024. 264 с. <https://dglb.nubip.edu.ua/handle/123456789/11201>

5. Ключев В.В., Бакулін Є.А. Сучасні методи ідентифікації небезпек руйнування будівель, споруд та конструкцій у реальних умовах експлуатації *Будівельні конструкції. Теорія і практика*. 2024. № 15. С. 86–96. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.15.2024.86-96>

6. Русецька М.В., Бакулін Є.А. Базальтовий утеплювач – природній «зелений матеріал» для сучасних конструкцій. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. 2024. № 22. С. 5–15. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-12\(22\)-01](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-12(22)-01)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
118-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
віцепрезидента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***20-21 лютого 2025 року  
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL  
SCIENCES OF UKRAINE  
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF  
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL  
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE  
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



## ***PROCEEDINGS***

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated  
to the 118th anniversary of the birth of  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Vice President of the UAAS  
KRAMAROV  
Volodymyr Savovych  
(1906-1987)*

**«KRAMAROV'S READINGS»**

*February 20-21, 2025  
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceeding of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

## **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;  
**Тонха О. Л.** – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Ружило З. В.** – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Мельник В. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;

### **Члени організаційного комітету:**

- Автухов А. К.** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;  
**Адамчук В. В.** – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;  
**Альмейда А.** – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);  
**Аулін В. В.** – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;  
**Арак М.** – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);  
**Банний О. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;  
**Бєлоєв Х.** – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);  
**Борак К. В.** – заступник директора ЖАТФК;  
**Братішко В. В.** – декан МТФ НУБіП України;  
**Будяй О. В.** – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;  
**Булгаков В. М.** – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;  
**Василенко М. О.** – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;  
**Васильковський О. М.** – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;  
**Войтюк Д. Г.** – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;  
**Герук С. М.** – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;  
**Джеонг Ілля** – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);  
**Домейка Р.** – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);  
**Захарчук О. В.** – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;  
**Іванишин В. В.** – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;  
**Ковалишин С. Й.** – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;  
**Коренко М.** – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

**Тін Ю Чен** - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

**Фіндура П.** – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

**Шарибура А. О.** – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

**Яковенко І. А.** – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.