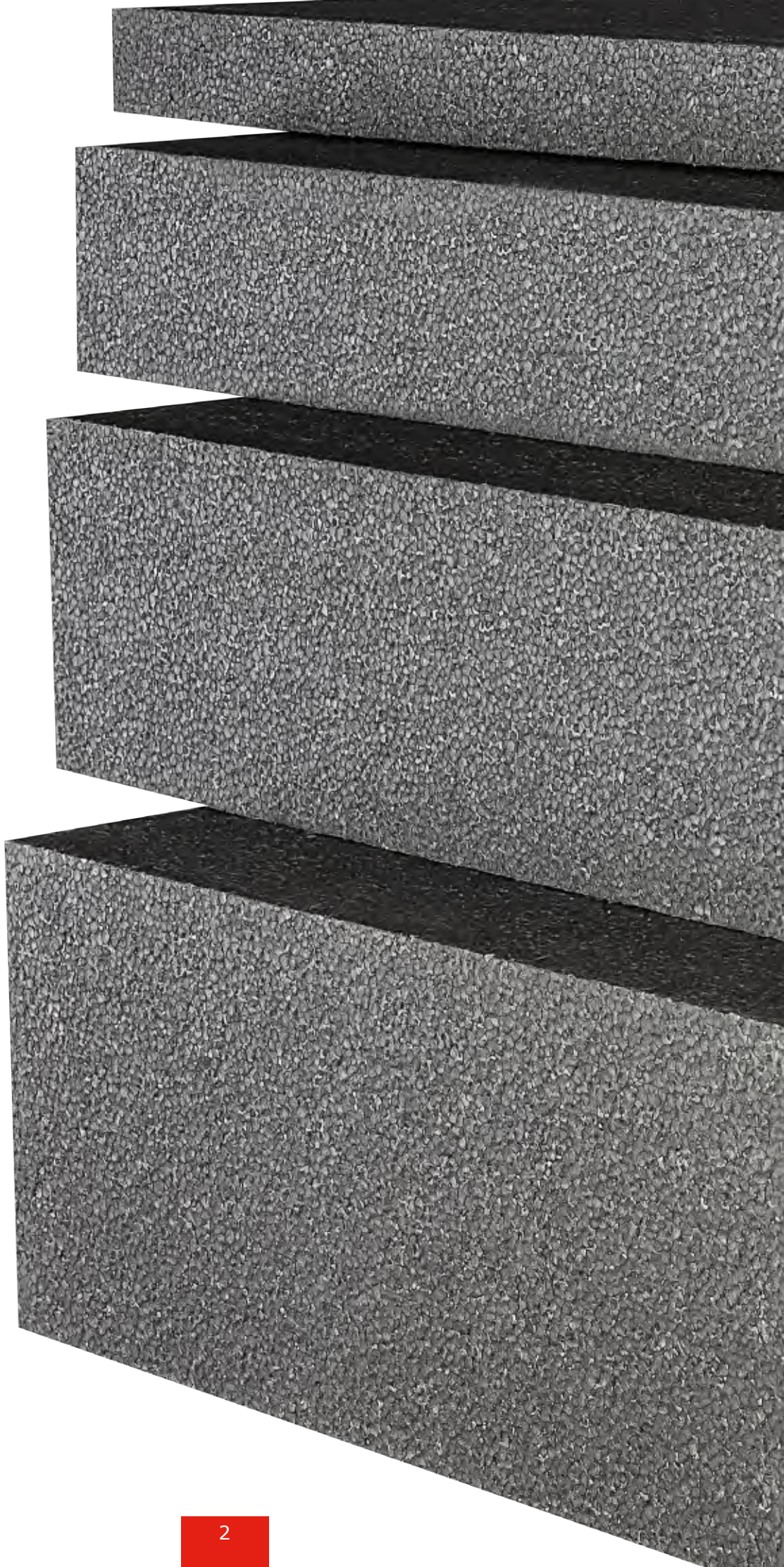




Polskie Stowarzyszenie
Producentów Styropianu

**НАСТАНОВИ ЩОДО
ЗАСТОСУВАННЯ СПІНЕНОГО
ПОЛІСТИРОЛУ (EPS)
З ГРАФІТОМ У СИСТЕМАХ
ФАСАДНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ
З ОПОРЯДЖЕННЯМ
ШТУКАТУРКАМИ (ETICS)**

Видання 2026



EPS GRAPHITE Y ETICS

ТЕХНІЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИКОНАННЯ СИСТЕМ ETICS ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГРАФІТОВОГО ПІНОПЛАСТУ, А ТАКОЖ ШТУКАТУРОК І ФАРБ ТЕМНИХ ВІДТІНКІВ

Вказівки розроблено на основі досліджень та аналізів, проведених у рамках співпраці Польської асоціації виробників полістирольного пінопласту (PSPS) та компанії STEKRA.

STEKRA Sp. z o.o.

вул. Okrzei 25, 43-190 Mikołów

тел. +48 32 326 36 95

ел. пошта: biuro@stekra.pl

- д-р габ. інж. Павел КРАУЗЕ,

проф. Сілезької політехніки

- д-р інж. Домінік ВОЄВУДКА

- магістр інж. Лукаш КОСОБУЦЬКИЙ

ПОЛЬСЬКА АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ПІНОПОЛІСТИРОЛУ

вул. Puławska 145, 02-715 Warszawa

тел. +48 500 183 184

ел. пошта: biuro@producencistyropianu.pl

Члени Технічної групи PSPS:

- Марцін ФЕЛІКС

- Радослав МАРЦІНЄЦ

- Каміл КЕЙНА



Український переклад та адаптація:

АСОЦІАЦІЯ «ВИРОБНИКИ ПІНОПЛАСТУ»

(АВП) — професійне об'єднання українських виробників спіненого полістиролу (EPS).

тел. +38 096 950 34 10

ел. пошта:

office@aspp.com.ua

officeaspp2.0@gmail.com

сайт: www.uasm.in.ua

1	ВСТУП	6
	1.1 Предмет дослідження	6
	1.2 Мета та обсяг дослідження	6
	1.3 Призначення	6
2	EPS GRAPHITE У ETICS – ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ	8
	2.1 Характеристики та особливості плит з графітового пінополістиролу	8
	2.2 Характеристики ETICS	9
	2.3 Переваги, що впливають із можливості застосування тоншого шару теплоізоляції в ETICS	9
3	ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ УТЕПЛЕННЯ	11
	3.1 Дослідження в реальних та лабораторних умовах	11
	3.2 Ключові висновки з досліджень	13
4	ВКАЗІВКИ ЩОДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИКОНАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ЗА СИСТЕМОЮ ETICS ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГРАФІТОВОГО ПІНОПОЛІСТИРОЛУ	15
	4.1 Вибір товщини графітового пінополістиролу	15
	4.2 Планування та підготовка теплоізоляції	15
	4.3 Підготовка основи	17
	4.4 Приклеювання плит	18
	4.5 Виконання захисного армованого шару	20
	4.6 Виконання тонкошарових штукатурок та колористика фасаду	20
5	ВКАЗІВКИ ЩОДО РЕМОНТУ СИСТЕМИ ETICS	24
6	ЛІТЕРАТУРА	26

1

ВСТУП

1. ВСТУП

1.1 Предмет дослідження

Предметом цієї розробки є графітовий пінополістирол (EPS) та правильне застосування цього матеріалу як шару теплоізоляції у системах теплоізоляції зовнішніх стін будівель з опорядженням штукатурками (ETICS).

1.2 Мета та обсяг дослідження

Метою розробки є систематизація знань, досвіду та найкращих практик у сфері проєктування та виконання теплоізоляції стін будівель за системою ETICS із застосуванням графітового пінополістиролу EPS. Додатково наведено вказівки, які дозволяють уникнути потенційних помилок та повністю розкрити потенціал цього матеріалу.

1.3 Призначення дослідження

Розробка призначена для учасників процесу будівництва: інвесторів, власників та управителів будівель, проєктувальників, виконавців робіт з теплоізоляції, керівників будівництва, інспекторів технічного нагляду, чия діяльність пов'язана з теплоізоляцією зовнішніх стін за системою ETICS. Вона також адресована суб'єктам, пов'язаним із виробництвом та дистрибуцією пінополістиролу з графітом та інших компонентів систем теплоізоляції.

Обсяг дослідження:

- характеристики та особливості графітового пінополістиролу,
- характеристики ETICS,
- аналіз переваг, що впливають із можливості застосування тоншого шару теплоізоляції в ETICS,
- вибрані результати досліджень та ключові висновки дослідницької частини щодо впливу сонячного випромінювання й високої температури на шари ETICS, у тому числі на графітовий пінополістирол,
- вказівки щодо проєктування та виконання теплоізоляції зовнішніх стін за системою ETICS із застосуванням графітового пінополістиролу,
- вказівки щодо ремонту системи ETICS.



2

EPS GRAPHITE У ETICS – ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ

2. EPS GRAPHITE У ETICS – ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ

2.1 Характеристики та особливості плит з графітового пінопласту EPS

Спінений полістирол EPS з графітом, який характеризується сірим або чорним кольором, з'явився на ринку в першому десятилітті XXI ст. Такого кольору плитам надає добавка у сировині для спінювання EPS, з якої виготовляються теплоізоляційні плити. Наявні на ринку продукти, залежно від різних факторів, можуть мати колір від сріблястого (світло-сірого) до майже чорного (темно-сірого).

Інтегрований у пінополістирольну структуру дрібнодисперсний графіт не тільки надає характерного кольору пінополістирольним плитам, але також покращує теплоізоляційні показники матеріалу. Саме завдяки цій інноваційній добавці матеріал має нижчий коефіцієнт теплопровідності λ , на рівні 0,031 Вт/(м·К).

На практиці, під час теплоізоляції стін будівель, застосування пінопласту з графітом дозволяє досягти потрібного термічного опору у конструкції за значно меншої товщини теплоізоляційного шару, ніж при застосуванні класичного білого спіненого полістиролу EPS (навіть приблизно на 1/3 меншої).

Спеціальна добавка, якій графітовий пінополістирол завдячує своїм кольором, сповільнює процес передачі теплової енергії випромінюванням через товщу теплоізоляційного шару, підвищуючи термічний опір, але темний колір сприяє інтенсивнішому (порівняно з білим пінополістиролом EPS) нагріванню зовнішніх поверхонь плит в умовах тривалої дії інтенсивного сонячного випромінювання. Така специфіка продукту вимагає відповідних заходів, спрямованих на захист теплоізоляції від несприятливого впливу факторів зовнішнього середовища — як під час зберігання на будівельному майданчику, так і під час виконання робіт з теплоізоляції.

Для розробки цих вказівок було проведено лабораторні дослідження в реальних та контрольованих умовах на основі симуляції впливу сонячного випромінювання різної інтенсивності. Аналіз результатів показав, що у разі прямого впливу сонячного світла поверхня графітових плит пінополістиролу може нагріватися до температури, близької до температури втрати жорсткості пінополістиролу, тобто 80–90°C.





Схема ETICS з графітовим пінополістиролом
(External Thermal Insulation Composite System)

2.2 Характеристики ETICS

ETICS (з англ. External Thermal Insulation Composite System) — це багат шарова система теплоізоляції зовнішніх стін, у якій термоізоляція закріплюється на несучій основі стіни, після чого на ній виконується захисний армований шар, на який наносять декоративне опорядження тонкошаровими штукатурками, плитками, тощо. У минулому цей спосіб був відомий у Польщі під назвою BSO (безшовна система теплоізоляції), а в Україні – «скріплена теплоізоляція». Належить до теплоізоляції, що виконується так званим «легким мокрим» методом.

Загальні принципи виконання ETICS із використанням пінополістирольних плит описані у «Технічних умовах виконання та приймання будівельних робіт» — Частина С: Захист та ізоляція — Випуск 8: Комплексні системи теплоізоляції зовнішніх стін будівель (ETICS) із застосуванням спіненого полістиролу або мінеральної вати та штукатурного опорядження [1], виданих Інститутом будівельної техніки (ІТБ), «Технічних умовах виконання, оцінки та приймання фасадних робіт», розроблених Асоціацією систем теплоізоляції [2], а також у EAD [3].

Детальна інформація щодо виконання теплоізоляції ETICS та застосування пінополістирольних плит з графітом може міститися в технічних картах або інструкціях по монтажу, розроблених їхніми виробниками та постачальниками систем.

2.3 Переваги, що впливають із можливості застосування тоншого шару теплоізоляції в ETICS

Можливість проектування та застосування тоншого шару пінополістирольних плит EPS з графітом під час теплоізоляції фасаду методом ETICS несе низку переваг:

- **дозволяє зменшити товщину**, а отже й вагу теплоізоляції зовнішніх стін будівель;
- **дозволяє скоротити площу теплоізоляції** та зменшити витрату всіх складових системи ETICS (ізоляційних плит, армувальних сіток, тинькувальних оздоблень тощо);
- **дозволяє краще освітлювати приміщення природним сонячним світлом** (завдяки зменшенню товщини шару теплоізоляції на фасаді), а отже оптимально використовувати природне світло та тепло, що надходить через скління (вікна, балконні двері);
- **дає можливість теплоізолювати будівлі**, де існують обмеження щодо застосування збільшеної товщини теплоізоляційного шару, наприклад через архітектурні бар'єри (надто малий виступ даху, столярні вироби, глибоко встановлені в проріз, тощо);
- **забезпечує вищий тепловий опір** порівняно з білими плитами пінополістиролу такої ж товщини в обмежених просторах, наприклад у лоджіях, зонах входу, що позитивно впливає на теплозахист будівель і покращення комфорту їх використання;
- **дозволяє застосовувати коротші механічні кріплення** для фіксації пінополістиролу, а також монтажні дюбелі (наприклад, для кріплення обтискачів водостічних труб);
- **дозволяє обмежити ширину відкосів** із жерсті та підвіконь, що веде до зниження витрат у цій сфері;
- **позитивно впливає на візуальний ефект будівлі** (особливо у випадку невеликих вікон і скління, які виглядають невдало на тлі товстого шару теплоізоляції);
- **дозволяє збільшити корисну площу будівлі** в умовах обмежень площі застосування на ділянці;
- **дозволяє зменшити вуглецевий слід будівлі.**

3

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ETICS

3. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ETICS

3.1 Дослідження в реальних та лабораторних умовах

На процес нагрівання фасаду в умовах впливу сонячного випромінювання впливає його колір. Це пов'язано з явищем відбиття/поглинання енергії електромагнітної хвилі. Чорний колір штукатурки або фарби спричиняє найбільше поглинання та найменше відбиття світла. Зворотний процес спостерігається у випадку матеріалу, оздобленого білим кольором.

У кліматичних умовах Польщі температура фасадів будівель може змінюватися протягом року від приблизно -30°C (зима) до понад 80°C (літо) [4]. Верхня межа нагрівання поверхні фасаду залежить не лише від його кольору (чим темніший колір, тим вища температура поверхні тиньку чи фарби), а й від температури атмосферного повітря та інтенсивності сонячного випромінювання.

Рівень інтенсивності сонячного випромінювання, що падає на фасад будівлі, залежить, зокрема, від:

- орієнтації фасаду відносно сторін світу,
- кута нахилу сонця відносно лінії горизонту (що зумовлено географічною широтою розташування будівлі та порогом року).

Раптова зміна температури внаслідок впливу сонячного випромінювання може призвести до виникнення термічних напружень у шарі теплоізоляції. Це пов'язано, зокрема, з явищем зміни об'єму матеріалів під впливом зміни температури (так зване термічне розширення матеріалів). Ступінь нагрівання штукатурки залежить від його кольору (чим темніший, тим вища температура, до якої він нагріється в умовах прямого сонячного випромінювання). Для визначення рівня яскравості найчастіше використовується технічний параметр, відомий як коефіцієнт HBW (також описується як коефіцієнт відбиття світла). HBW приймає значення від 0 до 100 — чим вище його значення, тим більшу яскравість має дана поверхня.

Дослідження системи ETICS із застосуванням графітового пінополістиролу були виконані в реальних [5] і лабораторних [6,7] умовах.

Результати вимірювань максимальної температури поверхні незахищених плит пінополістиролу — білих і графітових — наведено в Табл. 1. Вплив яскравості тиньку на його нагрівання в умовах сонячного випромінювання (Фото 1) показано в даних, наведених у Табл. 2.

	Максимальна виміряна температура t_{MAX} [$^{\circ}\text{C}$]
графітовий	80-90
білий	35-45

Табл. 1. Максимальна температура зовнішньої поверхні незахищених плит пінополістиролу за результатами експериментальних досліджень.

Температура зовнішньої поверхні стін на етапі виконання теплоізоляції може бути знижена у разі застосування захисних сіток на риштуванні. Проведені термовізійні дослідження в реальних умовах підтвердили позитивний вплив захисної сітки на зниження температури поверхні стіни в умовах прямого впливу сонячного випромінювання. Рівень зниження температури залежить від значення коефіцієнта HBW фасадного опорядження. У дослідженнях було показано, що зі зниженням HBW (чим темніший колір) зростає різниця температур між захищеною і незахищеною поверхнями. Крім того, на рівень зниження температури впливає інтенсивність сонячного випромінювання IS (чим вище це значення, тим більший вплив сітки на зменшення температури поверхні фасаду) та тип застосованої захисної сітки. Приклад термограми, що показує розподіл температури на поверхні тиньку з різним HBW без захисної сітки та з її застосуванням, наведено на Фото 2. Вибрані результати вимірювань зведено в Табл. 3.

Дослідження, проведені як у реальних, так і в лабораторних умовах, показали позитивний вплив захисної сітки на зниження максимальної температури поверхні тиньків із найнижчими значеннями HBW — навіть на кілька-десяток градусів Цельсія.



Фото 1. Лабораторний і польовий стенд для дослідження температур на різних поверхнях.



Фото 2. Термограма та фото стіни з поверхнями різного HBW та захисним армованим шаром — у системі ETICS із застосуванням EPS Graphite — нижня частина захищена сіткою, верхня частина без захисту сіткою [5].

HBW	Максимальна виміряна температура t_{MAX} [°C]
5	90
10	89
15	86
20	85
25	83
30	77
40	73
50	71
60	62
70	54
80	51
90	48

Табл. 2. Максимальна температура поверхонь із різним коефіцієнтом HBW у системі ETICS із застосуванням EPS Graphite за результатами лабораторних досліджень.

HBW	Із сіткою t_{MAX} [°C]	Без сітки t_{MAX} [°C]	Зниження температури t_{MAX} [°C]
5	57	65	8
10	56	64	8
15	56	63	7
20	55	62	7
25	55	61	6
30	53	59	6
35	52	58	6
40	51	56	5

Табл. 3. Приклад зниження температури поверхонь при застосуванні захисної сітки на риштуванні.

3.2 Ключові висновки з досліджень

- З метою обмеження негативного впливу атмосферних умов під час виконання робіт з монтажу теплоізоляції **слід застосовувати затіняючі сітки**. Це дозволяє в більшості випадків знизити температуру поверхні стіни та окремих шарів теплоізоляції. Рівень зниження температури залежить від типу й структури захисної сітки і може відрізнятися залежно від значення HBW штукатурки чи фарби та інтенсивності сонячного випромінювання.
- **Виконання захисного армованого шару захищає спінений полістирол з графітом, позитивно впливаючи на зниження температури поверхні теплоізоляційного шару системи.** Тому рекомендується виконувати його якнайшвидше з урахуванням технологічних умов.
- У разі стін із високою сонячною експозицією **рекомендується застосовувати тиньки та фарби з коефіцієнтом HBW не менше 30**, а також використовувати так звані «охолоджувальні пігменти» (cool pigments) за погодженням із виробниками фінішних покриттів. Застосування тонкошарових штукатурок або фарб із надто низьким значенням коефіцієнта HBW (темних кольорів) в умовах прямого сонячного випромінювання може призвести до виникнення на поверхні фасаду температури, що перевищує 80 °С (ризик досягнення температури розм'якшення пінополістиролу). У випадку білих штукатурок температура поверхні зазвичай не перевищує 40°С.
- Штукатурка або фарба з надто низьким значенням коефіцієнта HBW за одночасної високої сонячної експозиції фасаду можуть призвести до деформації або пошкодження теплоізоляції. Лабораторні дослідження показали, що для тиньку чи фарби з HBW нижче 20 за дуже несприятливих умов можуть виникати пошкодження, у тому числі навіть часткове розплавлення графітового пінополістиролу безпосередньо під захисним армованим шаром.
- Необхідно дотримуватися решти вказівок з виконання робіт ETICS згідно з [1], [2] та вимогами постачальників систем.

Рекомендації щодо поводження з плитами графітового полістирольного пінопласту та виконання робіт з теплоізоляції у системі ETICS, що впливають із досліджень і спостережень, описано в наступному розділі. Дотримання цих рекомендацій дозволить уникнути найпоширеніших помилок і повністю розкрити потенціал пінополістирольних плит з графітом у теплоізоляції будівель.



4

ВКАЗІВКИ ЩОДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИКОНАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ЗА СИСТЕМОЮ ETICS ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ EPS GRAPHITE

4. ВКАЗІВКИ ЩОДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИКОНАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ЗА СИСТЕМОЮ ETICS ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ EPS GRAPHITE

Нижче наведено вказівки, які можуть бути використані для проєктування та виконання теплоізоляції зовнішніх стін. Їх врахування дозволить уникнути найпоширеніших помилок, що допускаються під час планування та виконання робіт з теплоізоляції із застосуванням графітового пінополістиролу EPS [8–28].

4.1 Вибір товщини графітового пінополістиролу EPS

Товщина плит графітового пінополістиролу, що обирається на етапі проєктування, повинна враховувати такі чинники, як:

- необхідний коефіцієнт теплопередачі U або приведений опір теплопередачі R фасадної стіни;
- перевірку тепловологісного стану стіни, можливості вологонакопичення та конденсації водяної пари всередині стіни;
- оцінку ризику виникнення грибкового ураження на внутрішній поверхні теплоізолюваної стіни та в місцях містків холоду шляхом розрахунку температурного коефіцієнта f_{RSI} ;
- оцінку розподілу температури всередині стіни, зокрема для фрагментів фасаду зі зменшеною товщиною теплоізоляції, а також визначення температури в межах клейового розчину, що з'єднує пінополістирол з несучою основою. Це особливо важливо в разі виконання так званої «теплоізоляції по теплоізоляції» (повторного утеплення);
- аналіз освітленості приміщень природним світлом.

4.2 Планування та підготовка теплоізоляції — транспортування пінополістиролу, зберігання, підготовчі роботи та атмосферні умови

Аналізи та досвід досліджень підтверджують, що помилки та недогляди, допущені на етапі планування робіт з теплоізоляції, зокрема транспортування та зберігання теплоізоляційних матеріалів, можуть мати ключовий вплив на якість складових елементів системи ETICS, а отже на довговічність виконаної теплоізоляції.

Темний колір графітового пінополістиролу сприяє нагріванню цих виробів в умовах прямого впливу сонячного випромінювання. Пакунки графітового пінополістиролу повинні зберігатися у непрозорій плівці (наприклад, молочного кольору).



З огляду на відкриті торці плит, під час транспортування та зберігання пакунків інвестор чи виконавець зобов'язані дотримуватися наведених нижче правил:

- на етапі транспортування плити пінополістиролу **повинні бути захищені від сонця за допомогою непрозорих покриттів світлих кольорів (наприклад, тенти);**
- на складах плити графітового пінополістиролу EPS слід зберігати у місцях, що не піддаються прямому впливу сонячного світла, наприклад, у приміщеннях з північної сторони будівлі. Альтернативно — під світлим непрозорим тентом. За відсутності такої можливості на будівельному майданчику слід передбачити тимчасову конструкцію навісу (наприклад, тунельні чи тентові намети, контейнери);



Фото 4. Правильне складування пінополістиролу на будівельному майданчику.

- **під час виконання робіт температура зовнішнього повітря не повинна перевищувати значення, вказаного постачальником системи, зазвичай близько 25°C,** також і для клейового розчину, що фіксує плити утеплювача до стіни. За температур, що перевищують це значення, може порушуватися процес твердіння цементних матеріалів (клейових розчинів та захисного армованого шару). Застосування цементних в'язучих матеріалів за надто високої температури може, у свою чергу, призвести до зниження механічної міцності та так званих усадкових тріщин;
- **необхідно визначити географічну орієнтацію окремих стін будівлі відносно сторін світу та їх сонячну експозицію.** Не слід виконувати роботи в періоди максимальної експозиції фасаду на сонячне випромінювання (рекомендується перенести виконання робіт на фасад із найменшою сонячною експозицією або проводити їх у ранкові чи пізні післяобідні години). Свіжоприклеєний графітовий пінопласт не повинен піддаватися прямому впливу сонячного випромінювання;
- **на етапі підготовки робіт на риштуванні слід встановити захисні сітки. Рекомендуються сітки світлих кольорів (бажано білого).** Слід уникати сіток темного кольору. Важливим параметром при виборі захисної сітки є рівень затінення, що залежить від типу плетіння та розміру вічок (чим менший розмір вічок, тим кращий рівень затінення сіткою). Як правило, чим вищий рівень затінення сіткою, тим більше знижується температура в робочій зоні. Сусідні полотна захисної сітки повинні з'єднуватися з перекриттям шириною щонайменше 0,5 м, щоб уникнути утворення проміжків між ними. Неприпустимі нещільності в місцях з'єднання окремих полотен сіток або їхні локальні пошкодження, що спричиняють прямий вплив сонячного випромінювання на поверхню теплоізолюваної стіни. Не допускається укладання захисних сіток безпосередньо на поверхню стіни (наприклад, з метою захисту пінополістиролу від сонця). Таке рішення може спричинити надмірне підвищення температури в просторі між сіткою та поверхнею теплоізоляції в умовах прямого впливу сонячного випромінювання (ризик виникнення надмірної температури на поверхні графітового пінополістиролу). З огляду на динаміку погодних

- **плануючи роботи з теплоізоляції, слід враховувати прогнозовані погодні умови.** Протягом виконання робіт атмосферні умови мають бути максимально стабільними. З огляду на вимоги процесів затвердіння клейових розчинів, роботи слід виконувати в діапазоні температур приблизно від 5°C до 25°C або відповідно до вказівок постачальника системи;
- у період ранньої весни та пізньої осені можуть спостерігатися значні добові коливання температури, особливо падіння нижче 5°C вночі, що може негативно впливати на умови дозрівання та твердіння цементних розчинів, погіршуючи внаслідок цього властивості окремих елементів системи ETICS (клейовий розчин для приклеювання плит до основи, захисний армований шар);

змін та тривалість виконання будівельних робіт захисні сітки повинні застосовуватися незалежно від наявних зовнішніх умов;

- застосування захисних сіток захищає стіну на кожному етапі виконання робіт з теплоізоляції, не лише при монтажі теплоізоляційних плит, а також і під час виконання захисного армованого шару та штукатурного покриття. Монтаж захисних сіток на риштуванні повинен відповідати всім вимогам охорони праці та не може обмежувати доступ і обмін повітря у просторі між стіною та риштуванням, а також призводити до підвищення температури в цьому просторі понад 25°C. Слід підкреслити, що використання захисних сіток на риштуванні насамперед захищає від падіння будівельних матеріалів та інструментів. Крім того, встановлені захисні покриття захищають риштування та теплоізолювану стіну від дощових опадів. Тому їх застосування рекомендується завжди.

Можливі наслідки помилок

Недотримання описаних умов транспортування та зберігання плит графітового пінополістиролу EPS (плити, складені без упаковки, або пакунки, виставлені на прямий вплив сонячного випромінювання) може спричинити локальне розплавлення їхніх зовнішніх поверхонь та деформації (стійке викривлення). У разі виникнення стійких деформацій плит з графітового пінополістиролу цей матеріал не повинен використовуватися для робіт з теплоізоляції зовнішніх стін.

Наслідками помилок, допущених на етапі монтажу теплоізоляції внаслідок надто інтенсивного сонячного впливу або перевищення допустимих діапазонів температур, особливо до етапу закриття пінополістирольних плит захисним армованим шаром, можуть бути:

- деформації теплоізоляційних плит на поверхні стіни (викривлення плит)
- ослаблення адгезії клейового розчину теплоізоляції до основи стіни (у крайніх випадках може доходити навіть до відпадання плит від поверхні стіни),

- локальне розплавлення плит графітового пінопласту (особливо в зоні швів, де відбувається інтенсивніше нагрівання плит в умовах прямого сонячного впливу).

4.3 Підготовка основи

Підготовка основи має ключове значення для забезпечення належної адгезії теплоізоляційних пінополістирольних плит.

Рекомендації

- Виконання теплоізоляції із застосуванням усіх видів термоізоляції, в тому числі графітового пінополістиролу, обов'язково вимагає очищення основи від пилу, бруду, нестійких фрагментів існуючого покриття та забруднень, а також — після індивідуальної оцінки необхідності — її ґрунтування препаратом, підібраним відповідно до типу основи й використовуюваного клею.
- Роботи слід виконувати відповідно до рекомендацій виробника системи ETICS, згідно з вказівками WTWiORB ITB [1] та Технічними умовами виконання, оцінки і приймання фасадних робіт, розробленими Асоціацією систем теплоізоляції [2].

Можливі наслідки помилок

Відсутність або неналежна підготовка основи може призвести до ослаблення адгезії клейового розчину, а в крайніх випадках — до відшарування теплоізоляції.



Фото 5. Неправильна підготовка основи.

4.4 Приклеювання плит

Проведені дослідження показують, що ключовим етапом для правильного приклеювання плит пінополістиролу EPS Graphite є момент ранньої фази твердіння клейового розчину та контакту з основою (до встановлення механічних кріплень та до повного твердіння клею). Оскільки цей процес вимагає максимально стабільних атмосферних умов, особливо в ситуації раптового зростання сонячної інтенсивності, необхідно застосовувати захисні сітки та підбирати товщину теплоізоляції відповідно до попередніх рекомендацій.

Рекомендації

- **Розпакування плит графітового пінопласту повинно виконуватися, по можливості, у просторі риштування, захищеного захисною сіткою.** В умовах прямого сонячного впливу слід уникати тимчасового зберігання як цілих пакунків, так і окремих плит за межами визначеної зони постійного зберігання та за межами зони риштування, захищеної покриттями.
- **Неприпустимо приклеювати плити пінополістиролу до поверхні стіни, на яку безпосередньо впливає сонячне випромінювання.**
- Для приклеювання плит пінополістиролу з графітом **рекомендується використовувати клейові розчини, передбачені виробником конкретної системи теплоізоляції, наприклад розчини з підвищеною еластичністю.**
- **Не слід поєднувати різні матеріали для приклеювання шару теплоізоляції.** По-перемінне використання клейового розчину та поліуретанового клею для приклеювання графітових плит пінополістиролу в більшості випадків недопустиме.
- **Слід звертати особливу увагу на виконання периметрально-точкового (маячкового) приклеювання полістирольного пінопласту з графітом.** Клейовий розчин слід наносити на площину плити вздовж її зовнішніх країв однорідними смугами шириною 3–6 см. Додатково на решті поверхні слід нанести 3–6 «ляпх» клейового розчину діаметром щонайменше 10–15 см. Після притискання плити до стіни клейовий розчин повинен забезпечувати ефективне покриття плити клеєм на площі не менше мінімальної, рекомендованої постачальником системи, зазвичай щонайменше 40-60% площі плити. Товщина клейового шару після притискання плити до стіни повинна відповідати рекомендаціям постачальника системи.
- **Допускається приклеювання плит методом суцільного нанесення клею по всій поверхні (під гребінку).**
- **Неприпустимо наносити клей виключно у вигляді так званих «ляпх» (точково).**
- **Слід пам'ятати про належне притискання теплоізоляційних плит одна до одної та до основи.**





Фото 6. Незаповнені щілини в швах теплоізоляції з плит пінополістиролу (приклад помилки виконання).

- **Слід уникати утворення щілин у швах між сусідніми плитами пінополістиролу** (Фото 6). Більші щілини необхідно заповнювати смужками EPS Graphite, а невеликі — заповнювати піною з низьким розширенням, рекомендованою виробником системи теплоізоляції [2]. Дуже важливим є момент і належна якість виконання цих заповнень. **Заповнення щілин слід виконувати після твердіння клею, що фіксує термоізоляцію**, відповідно до можливих вказівок постачальника системи. Спосіб виконання цього завдання має унеможличувати наявність вільних просторів між плитами пінополістиролу EPS.
- **Заповнення стиків плит пінополістиролу клейовим розчином недопустиме** — це створюватиме лінійні термомістки в шарі теплоізоляції.
- **Слід пам'ятати про основні правила монтажу теплоізоляційних плит: укладання у шаховому порядку (так звана «цеглинка»)** та належне розташування відносно країв вікон (краї плит пінополістиролу EPS не можуть бути продовженням країв отворів у стінах, наприклад віконних отворів).
- **Роботи слід виконувати в умовах, що забезпечують належне твердіння клейового розчину, що з'єднує теплоізоляцію з основою стіни**, тобто з урахуванням відповідної температури та вологості повітря і температури основи (незалежно від виду застосованої термоізоляції).
- Решта вимог, пов'язаних із приклеюванням та механічним кріпленням плит пінополістиролу, визначено у вказівках [1,2] та в інструкціях виробників систем теплоізоляції ETICS.

Можливі наслідки помилок

Наслідком недотримання необхідного режиму робіт на етапі приклеювання теплоізоляційних плит графітового пінопласту до стіни, окрім локального розплавлення та деформації, спричиненої прямим впливом сонячного випромінювання, може бути «клавішування» пінополістиролу, а навіть часткове або повне відпадання його від стіни. Іншим наслідком зміни геометрії плит пінополістиролу може бути виникнення нових або збільшення розкриття існуючих щілин між сусідніми плитами. А наслідком такого явища буває виникнення лінійних термомістків у шарі теплоізоляції, що впливають на збільшення тепловтрат через стіну.

Відсутність належного розподілу клейового розчину під плитами будь-якого виду термоізоляції, зокрема відсутність периметральної смуги, може спричиняти ефект «клавішування» плит. Це також пов'язано з підвищеною тенденцією до термічних деформацій навіть після виконання верхніх шарів теплоізоляції.

4.5 Виконання захисного армованого шару

Правильне виконання захисного армованого шару має суттєве значення для довговічності системи ETICS. Захисний армований шар є елементом, що захищає графітовий пінополістирол EPS від несприятливого впливу сонячного випромінювання та інших кліматичних факторів.

Рекомендації

- Перед виконанням захисного армованого шару слід вирівняти поверхню приклеєних плит за допомогою спеціально призначених для цього інструментів.
- Температура зовнішньої поверхні теплоізоляції не повинна виходити за межі діапазону температур, у якому можливе застосування клейового розчину для виконання захисного армованого шару. Укладання захисного армованого шару на основу з надто високою температурою може призвести до дуже швидкого випаровування води з клейового розчину та до ослаблення міжшарової адгезії. Неприпустимо наносити клей на розігріту поверхню плити графітового пінопласту EPS.
- Спосіб виконання захисного армованого шару ETICS щодо товщини, способу нанесення, способу занурення сітки, оздоблення в місцях віконних і дверних отворів повинен щоразу відповідати рекомендаціям виробника системи.
- Замішування клейового розчину та його нанесення на шар пінополістиролу слід виконувати відповідно до вказівок виробника (температура повітря, погодні умови, кількість води, необхідної для приготування розчину).
- З огляду на питання, пов'язані з естетикою та довговічністю системи теплоізоляції, а також вогнестійкістю та ударостійкістю (наприклад, до граду), рекомендується застосовувати верхні межі товщини захисного армованого шару, що вказуються виробниками систем ETICS (наприклад, у Технічних оцінках та посібниках).

Можливі наслідки помилок

Наслідком недотримання необхідного режиму робіт на етапі виконання захисного армованого шару може бути розтріскування захисного армованого шару та верхніх шарів теплоізоляції, а також інші пошкодження, що є наслідком надмірних термічних напружень. Це безпосередньо пов'язано зі зниженням довговічності всієї теплоізоляції.

Недотримання необхідної товщини захисного армованого шару може також негативно впливати на естетику теплоізоляції (видимий контур плит пінополістиролу).



4.6 Виконання тонкошарових штукатурок та колористика фасаду

Важливим параметром теплоізоляції ETICS уже на етапі планування інвестиції є колористика тонкошарового тиньку або фасадної фарби. Практика виконання показує, що колір штукатурки чи фарби, окрім впливу на естетичне сприйняття будівлі, також має суттєве значення для довговічності теплоізоляції. Довговічність тонкошарової штукатурки тісно пов'язана з її колористикою. Хоча темні фасади часто є привабливими для інвесторів із візуальної точки зору, вони можуть значно скорочувати термін служби оздоблювальних шарів теплоізоляційної системи. Це впливає з фізичного явища різного нагрівання будівельних матеріалів, що відрізняються кольором (а власне відбивною здатністю), в умовах сонячного випромінювання.

Рекомендації

- Перед нанесенням штукатурки слід пам'ятати про ґрунтування захисного армованого шару відповідною ґрунтовкою, якщо це передбачено виробником системи теплоізоляції.
- Перед нанесенням штукатурки слід запланувати на фасадах місця технологічних перерв.
- Нанесення штукатурки та/або фарби слід виконувати в умовах, передбачених виробником системи (температура поверхні основи, температура повітря, погодні умови).
- Як показують дослідження, температура поверхні стіни за кольорів штукатурки чи фарби з $HBW < 30$ (темна колористика), за інтенсивного сонячного випромінювання та високих температур повітря, може досягати значення, близького до температури розм'якшення пінополістиролу. У зв'язку з цим **рекомендується, щоб у теплоізоляції ETICS, особливо виконаній із застосуванням плит графітового пінопласту EPS, уникати тонкошарових тинків або фарб із HBW нижче 30**. Використання таких «темних» штукатурок можна розглядати лише на фасадах із низькою сонячною експозицією, тобто орієнтованих на північ, північний захід або північний схід (відхилення фасаду від північного напрямку не повинно перевищувати 45°).
- Якщо передбачається колористика фасаду будівлі в кольорах із HBW нижче 30, слід уточнити у постачальника системи, які обмеження існують для такого рішення. Це може бути пов'язано, наприклад, із необхідністю застосування іншого рішення захисного армованого шару. Деякі постачальники систем передбачають можливість використання темних кольорів тиньку чи фарби на більших площах фасаду після впровадження додаткових заходів захисту, що дозволяють перенести більші напруження, наприклад: введення в захисний армований шар сітки зі скловолокна більшої щільності, подвійного шару армувальної сітки, застосування захисного армованого шару товщиною щонайменше 5 мм, введення функціональних добавок до рецептури штукатурки або збільшення його зернистості.
- У разі поєднання на фасаді штукатурок чи фарб із крайніми значеннями HBW (наприклад, білий та чорний кольори) слід розглянути застосування деформаційного шва або посилення захисного армованого шару відповідно до вказівок постачальника системи.
- З метою зниження температури поверхні штукатурки рекомендується її забарвлення або застосування фасадної фарби з так званими «охолоджувальними пігментами» (cool pigment), використання яких може знизити поглинання енергії сонячного випромінювання.



Можливі наслідки помилок

Недогляди на етапі виконання теплоізоляції, що впливають з ігнорування вказівок щодо колористики тонкошарових штукатурок теплоізоляції із застосуванням плит графітового пінополістиролу в системі ETICS, можуть бути пов'язані з низкою негативних наслідків на етапі подальшої експлуатації будівлі. Зокрема, це несе ризик:

- виникнення плям, висолів, відшарувань, деформацій і тріщин, спричинених значним нагріванням поверхні теплоізоляції,
- виникнення пошкоджень поверхні плит пінополістиролу EPS під штукатуркою,
- зниження довговічності захисного армованого шару та штукатурного оздоблення чи фасадної фарби,
- прискореного виявлення дефектів, що впливають із помилок і неточностей виконання.

Експозиція темних штукатурок на прямий вплив сонячного випромінювання у фазі висихання може призвести до закріплення змін у їхніх відтінках у місцях значної різниці експозиції на випромінювання. Це може виявлятися, наприклад, у закріпленні тіней елементів риштування на фасаді, що псує його естетику. У разі поєднання на фасаді штукатурок із крайніми значеннями НВВ (наприклад, білий та чорний) можуть виникати надмірні термічні напруження, що призводять до тріщин або розтріскування оздоблювального шару теплоізоляції.

5

ВКАЗІВКИ ЩОДО РЕМОНТУ СИСТЕМ ETICS

5. ВКАЗІВКИ ЩОДО РЕМОНТУ СИСТЕМ ETICS

У разі виявлення помилок і недоліків у виконаній теплоізоляції системи ETICS слід прийняти таку методологію:

- провести діагностику системи ETICS (рекомендується залучення будівельного експерта) шляхом макроскопічних досліджень (візуальний огляд неозброєним оком) та неруйнівних досліджень, а в разі необхідності — руйнівних досліджень, що полягають у виконанні розкриттів (шурфів) теплоізоляційної системи (їхній обсяг і розмір мають бути узгоджені з характером виявлених недоліків);
- застосування методів ремонту відповідно до вказівок постачальника системи ETICS;
- виконання необхідних ремонтних робіт, бажано під наглядом особи, яка має відповідну будівельну кваліфікацію та досвід виконання робіт з теплоізоляції ETICS.



6 ЛІТЕРАТУРА

- [1] Zamorowska R., Sieczkowski J.: Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych – Część C: Zabezpieczenia i izolacje – Zeszyt 8: Złożone systemy ocieplania ścian zewnętrznych budynków (ETICS) z zastosowaniem styropianu lub wełny mineralnej i wypraw tynkarskich, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2023 r.
- [2] Warunki techniczne wykonawstwa, oceny i odbioru robót elewacyjnych z zastosowaniem ETICS, Wydanie 06/2022, Stowarzyszenie na Rzecz Systemów Ociepleń.
- [3] EAD 040083-00-0404, External thermal insulation composite systems (ETICS) with renderings (Złożone systemy izolacji cieplnej (ETICS) z wyprawami tynkarskimi), styczeń 2019.
- [4] Serwatka-Berbeć B.: Techniczne aspekty stosowania ciemnych kolorów w systemach ETICS, Izolacje 5/2019.
- [5] Krause P., Wojewódka D., Kosobucki Ł.: Raport z badań polowych BP 1401/IX/23 – „Badania polowe składowych systemu ETICS z ekspandowanego polistyrenu szarego w warunkach oddziaływania rzeczywistego promieniowania słonecznego”, Mikołów, wrzesień 2023 r.
- [6] Krause P., Wojewódka D., Kosobucki Ł.: Raport z badań laboratoryjnych BL 1401/IV/21-22 – „Badania składowych systemu ETICS z ekspandowanego polistyrenu białego i szarego w warunkach oddziaływania symulowanego promieniowania słonecznego”, Mikołów, kwiecień 2022 r.
- [7] Krause P., Wojewódka D., Kosobucki Ł.: Raport z badań laboratoryjnych BL 1401/VII/23 – „Badania laboratoryjne składowych systemu ETICS z ekspandowanego polistyrenu szarego w warunkach oddziaływania symulowanego promieniowania słonecznego”, Mikołów, lipiec 2023 r.
- [8] Krause P.: Analiza imperfekcji cieplnych systemów ETICS z uwzględnieniem konwekcji wewnątrz ściany. Monografia vol. 890, 2021, Politechnika Śląska, 285 s., ISBN 978-83-7880-762-9.
- [9] Krause P.: Uszkodzenia polistyrenu grafitowego w systemach ociepleń ETICS, „Izolacje” 4/2019.
- [10] Krause P., Wojewódka D., Kożuch K., Kosobucki Ł.: Destrukcja polistyrenu spienionego z dodatkami atermicznymi, Materiały budowlane 2/2019.
- [11] Krause P.: Wpływ natężenia promieniowania słonecznego na rozkład temperatury powierzchni polistyrenu grafitowego, Izolacje 6/2019.
- [12] Amaro B., Saraiva D., de Brito J., Flores-Colen I.: Inspection and diagnosis system of ETICS on walls. Construction and Building Materials 47 (2013), p. 1257–1267.
- [13] Frösse F., Oberhaus H., Riedel W.: Ochrona cieplna budynków: systemy izolacji ETICS. Polcen Sp. z o.o., Warszawa 2011.
- [14] Orlik-Koźdoń B., Nowoświat A., Krause P., Ponikiewski T.: A numerical and experimental investigation of temperature field in place of anchors in ETICS system. Construction Building and Materials 167 (2018), p. 553–565.
- [15] Rokiel M.: System ETICS – techniczne aspekty stosowania ciemnych kolorów na elewacjach, Izolacje 4/2022.
- [16] Nowoświat A., Miros A., Krause P.: Change in the properties of expanded polystyrene exposed to solar radiation in real aging conditions. Sustainability, 2024, vol. 16, nr 17, s.1-11.
- [17] Gaciek P., Krause P.: Mocowanie klejowe izolacji termicznej do podłoża w systemie ETICS - analiza wytycznych, Przegląd Budowlany, 2023, nr 9/10, s.33-37.
- [18] Krause P.: Detekcja defektów cieplnych systemu ETICS w warunkach quasi-stacjonarnych, Materiały Budowlane, 2022, nr 6, s.31-33.
- [19] Kosobucki Ł., Krause P.: Wybrane problemy realizacji systemów ociepleń ETICS w świetle nowelizacji warunków technicznych. Inżynier Budownictwa: miesięcznik Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa., 2021, nr 3, s.37-40, 42.
- [20] Nowoświat A., Krause P., Miros A.: Properties of expanded graphite polystyrene damaged by the impact of solar radiation, Journal of Building Engineering, 2021, vol. 34, s.1-8.
- [21] Krause P.: Badania porównawcze odkształceń styropianu grafitowego i białego, Izolacje, 2020, vol. R. 25, nr 3, s.52-53.
- [22] Krause P., Nowoświat A.: Experimental studies involving the impact of solar radiation on the properties of expanded graphite polystyrene, Energies, 2020, vol. 13, nr 1, s.1-17.
- [23] Krause P.: Wybrane problemy stosowania styropianu grafitowego w systemach ociepleń ETICS. Innowacyjne i współczesne rozwiązania w budownictwie: Budownictwo ogólne. XXXIV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Szczyrk, 5-8 marca 2019 roku / Drobiec Łukasz (red.), 2019, Bielsko-Biała, Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa. Oddział w Bielsku-Białej, s.151-164, ISBN 978-83-953343-3-7.
- [24] Krause P.: Deformacja polistyrenu grafitowego - badania w warunkach laboratoryjnych, Przegląd Budowlany, 2019, nr 10, s.95-98.
- [25] Krause P.: Uszkodzenia styropianu grafitowego w systemach ociepleń ETICS, Izolacje, 2019, vol. R. 24, nr 4, s.28-32.
- [26] Krause P., Steidl T.: Uszkodzenia i naprawy przegród budowlanych w aspekcie izolacyjności termicznej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017, 366 s., ISBN 978-83-01-18834-4.
- [27] Gaciek P., Gaczek M., Krause P.: Bond Strength of Adhesive Mortars to Substrates in ETICS—Comparison of Testing Methods. Materials 2025, 18(21).
- [28] Gaciek P., Gaczek M., Krause P.: Factors Influencing Adhesive Bonding Efficiency in ETICS Application. Materials 2025, 18(17).

STEKRA

Павел Краузе: Професор Сілезької політехніки на кафедрі загального будівництва та будівельної фізики факультету будівництва Сілезької політехніки, член Баз експертів Сілезької політехніки у сфері будівельної фізики та загального будівництва. Будівельний експерт GUNB (Головного управління будівельного нагляду Польщі), має кваліфікацію на проектування та керівництво в конструкційно-будівельній сфері. Партнер експертно-проектного бюро STEKRA Sp. z o.o. Автор/співавтор понад 1000 експертиз і будівельних проєктів та кількох сотень наукових публікацій.

Домінік Воевудка: Випускник і до 2013 року викладач факультету будівництва Сілезької політехніки в Глівіце. Енергоаудитор, фахівець у сфері енергоефективності в будівництві з майже 20-річним досвідом. Автор або співавтор кількох сотень енергоаудитів і технічних розробок у сфері потенціалу зниження енергоспоживання будівель (у тому числі для потреб сертифікації LEED, BREEAM), а також численних наукових публікацій. Член Об'єднання енергоаудиторів та Асоціації SAPE. Партнер експертно-проектного бюро STEKRA Sp. z o.o.

Лукаш Кособуцький: випускник факультету будівництва Сілезької політехніки. Член Об'єднання енергоаудиторів. Автор 6 наукових публікацій. Співробітник експертно-проектного бюро STEKRA Sp. z o.o.



Український переклад та адаптація:

Асоціація «Виробники Пінопласту» (АВП) — професійне об'єднання українських виробників спіненого полістиролу (EPS).

тел. +38 096 950 34 10

ел. пошта:

office@aspp.com.ua

officeaspp2.0@gmail.com

сайт: www.uasm.in.ua



Polskie Stowarzyszenie
Producentów Styropianu

**НАСТАНОВИ ЩОДО
ЗАСТОСУВАННЯ СПІНЕНОГО
ПОЛІСТИРОЛУ (EPS)
З ГРАФІТОМ У СИСТЕМАХ
ФАСАДНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ
З ОПОРЯДЖЕННЯМ
ШТУКАТУРКАМИ (ETICS)**

Видання 2026