

dr inż. Paweł Krause<sup>1\*)</sup>dr inż. Dominik Wojewódka<sup>2)</sup>dr inż. Karol Kożuch<sup>2)</sup>mgr inż. Łukasz Kosobucki<sup>2)</sup>

# Destrukcja polistyrenu spienionego z dodatkami atermicznymi

## *Destruction of expanded polystyrene with addition of IR-reflective filler*

DOI: 10.15199/33.2019.05.07

**Streszczenie.** W artykule opisano problemy związane z wykonaniem ocieplenia w systemie ETICS z wykorzystaniem izolacji termicznej z szarego polistyrenu spienionego. Ze względu na charakterystykę materiałową polistyrenów z dodatkami atermicznymi, oddziaływanie promieniowania słonecznego może powodować nieodwracalną destrukcję termoizolacji w trakcie prowadzenia prac ociepleniowych.

**Słowa kluczowe:** polistyren spieniony; dodatek atermiczny; styropian grafitowy; styropian szary; EPS.

**Abstract.** This article describes issues related to the implementation of insulation using thermal insulation ETICS gray expanded polystyrene (EPS). Due to the material characteristics of the polystyrenes with infrared reflective filler the impact of solar radiation can cause irreparable destruction of insulation boards during installation.

**Keywords:** expanded polystyrene; IR-reflective filler; gray polystyrene; EPS black; EPS.

**W**dobie wzrostu cen energii oraz bardzo istotnych problemów społecznych, wynikających z emisji zanieczyszczeń do środowiska, szczególnego znaczenia nabiera ochrona cieplna budynków. Przegrodami, mającymi decydujący wpływ na wielkość strat ciepła przez przenikanie w budynkach, są ściany zewnętrzne. Pomimo dostępnych na rynku budowlanym wielu rozwiązań materiałowych ścian, najczęściej projektuje się ściany dwuwarstwowe ocieplane złożonym systemem zewnętrznej izolacji cieplnej ETICS (ang. *External Thermal Insulation Composite System*). Metoda polega na przymocowaniu do powierzchni ściany układu warstwowego składającego się z ciągłej termoizolacji, przytwierdzonej do ściany za pomocą zapraw lub mas klejących oraz łączników mechanicznych, pokrytej warstwą zbrojoną i wyprawą tynkarską.

### Polistyren spieniony

Najczęściej wykorzystywanym materiałem termoizolacyjnym w systemach ETICS jest polistyren spieniony EPS (styropian ekspandowany), który w 95 ÷ 98% składa się z powietrza. Pozostałą część objętości (przynajmniej 2%) stanowi polistyren. Taki udział powietrza

w stosunku do części stałej powoduje, iż materiał ten jest lekki i ma niewielki współczynnik przewodzenia ciepła.

Spieniony polistyren używany jest m.in. w postaci płyt do termoizolacji ścian budynków. Aby materiał izolacyjny mógł być dopuszczony do stosowania w budownictwie na terenie Unii Europejskiej, powinien mieć właściwości samogasnące w badaniu wg normy PN-EN 13501-1+A1:2010 [13]. W tym celu do tworzywa polistyrenowego dodaje się obecnie bromowanego polimeru pełniącego rolę uniepalniacza.

Polistyren spieniony cechuje niewielki opór dyfuzyjny pary wodnej, który zapewnia m.in. kompatybilność z mokrymi zaprawami klejącymi. Taki efekt wynika z zastosowania dodatków regulujących równomierność pęcherzyków gazu powstałych wewnątrz spienionych perełek polistyrenu.

Najważniejszą, z punktu widzenia wymagań cieplnych, cechą polistyrenu spienionego jest jego przewodność cieplna, charakteryzowana współczynnikiem przewodzenia ciepła  $\lambda$ , określonym w normie PN-EN 12667:2002 [14]. Wartość tego współczynnika można zredukować przez wprowadzenie do materiału termoizolacyjnego odpowiedniego dodatku atermicznego, który zapewni odbicie promieniowania IR (podczerwień). Ważną cechą takiego dodatku jest również to, że jego drobinki są od siebie odseparowane. Dzięki temu współczyn-

nik przewodzenia ciepła polistyrenu spienionego o gęstości  $25 \div 30 \text{ kg/m}^3$  może wynosić  $0,031 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ . **Dodatkiem atermicznym może być m.in. rozdrobniony grafit, aluminium lub sadza** o różnych właściwościach i pochodzeniu. Dodatki atermiczne stosuje się najczęściej w ilości od 1% do 5%. Modyfikują one również wygląd i inne właściwości polistyrenu spienionego, przy czym kierunek i stopień modyfikacji jest różny w zależności od rodzaju dodatku, jego ilości, a także kształtu i wielkości cząstek. Kolor styropianu z dodatkiem grafitu lub aluminium zmienia się po spienieniu na szarosrebrzysty, a w przypadku dodatku sadzy od ciemnoszarego do zbliżonego do czerni. Tego rodzaju styropian nazywa się potocznie „grafitowym”, „czarnym” bądź „szarym” i w praktyce podane nazwy używane są zamiennie. W zależności od ilości dodatku atermicznego materiał może charakteryzować się drobniejszą (mniej dodatku) lub grubszą strukturą pęcherzyków powietrza. Na strukturę mają też wpływ inne czynniki, np. zawartość w polistyrenie monomeru resztkowego czy zwiększona ilość uniepalniacza. Grafit zmniejsza tendencję do zapalania się materiału pod wpływem działania małego płomienia, natomiast zarówno sadza, jak i płatki aluminium zwiększają palność styropianu. Efekt ten można jednak odwrócić przez modyfikację układu uniepalniającego.

<sup>1)</sup> Politechnika Śląska; Wydział Budownictwa

<sup>2)</sup> Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego STEKRA

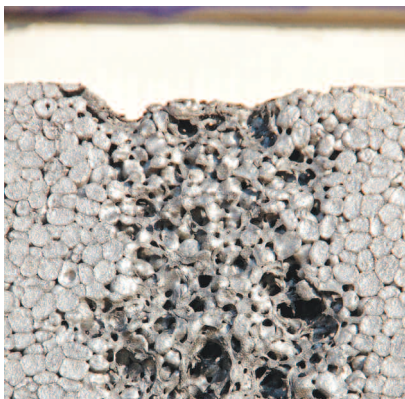
<sup>\*</sup>) Adres do korespondencji: pawel.krause@polsl.pl

## Uszkodzenia płyt ze styropianu z dodatkami atermicznymi

Stosowanie polistyrenu spienionego EPS bez dodatków atermicznych (tzw. białe styropiany) nie powoduje na ogół problemów na etapie realizacji systemów ociepleń w warunkach zwiększonego oddziaływania promieniowania słonecznego. Oczywiście powinny być zachowane wszelkie wymagania dotyczące warunków prowadzenia prac, zawarte w wytycznych producentów systemów ociepleń oraz instrukcji ITB 447/2009 [2]. Styropian w kolorze białym ustępuje coraz częściej pola „styropianowi grafitowemu”, który zapewnia lepszą efektywność energetyczną ze względu na wyraźnie niższy współczynnik przewodzenia ciepła. Stosowanie w systemie ETICS polistyrenu o ciemnej barwie oraz efekcie brylancji sprawia, że następuje powierzchniowe nagrzewanie się izolacji termicznej wystawionej na bezpośrednie działanie promieni słonecznych. Dodatki atermiczne zmniejszają zwykle temperaturę mięknięcia polistyrenu o kilka stopni Celsjusza. Oznacza to, że tego rodzaju materiał może się uplastyczniać już w temperaturze  $85 \pm 90^\circ\text{C}$ . Z jednej strony ułatwia to przetwórstwo, czyli spienianie i blokowanie polistyrenu, z drugiej jednak niekorzystnie wpływa na odporność na promieniowanie cieplne oraz tendencję do nadtopienia powierzchni polistyrenu spienionego, zawierającego dodatek atermiczny, pod wpływem promieniowania cieplnego. Istnieje kilka sposobów, by zredukować ten efekt, ale jest to możliwe jedynie na etapie otrzymywania polimeru.

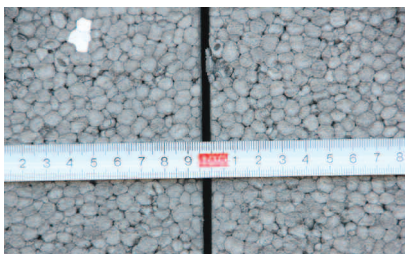
Tematyka związana z destrukcją styropianu z dodatkami atermicznymi została poruszona m.in. w pracach [1, 3 ÷ 12], w których stwierdzono, że oddziaływanie promieniowania słonecznego może powodować jego uszkodzenie. W literaturze nie ma dokładnego przedstawienia i sklasyfikowania nieprawidłowości materiałowych na podstawie badań obiektów budowlanych, w których wykorzystywano tego rodzaju izolację termiczną. Wykorzystując badania własne, zaproponowaliśmy następującą klasyfikację uszkodzeń styropianu z dodatkami atermicznymi, których przykłady zobrazowano na fotografiach 1 ÷ 3:

- nadtopienie i deformacja powierzchni płyt;
- lokalne nadtopienie płyty (punktowe lub liniowe);
- zmiana geometrii płyt;
- odkształcenie i wygięcie płyt;
- odspojenie i odpadanie termoizolacji ze ścian.



**Fot. 1. Lokalne nadtopienie fragmentu polistyrenu z dodatkami atermicznymi**

*Photo 1. Local melting-on portion of polystyrene with infrared reflective filler*



**Fot. 2. Skurcz sąsiadujących płyt i powstanie szczeliny o szerokości do 6 mm**

*Photo 2. The contraction of adjacent plates with the slots with a width of up to 6 mm*



**Fot. 3. Odkształcenie i odpadnięcie termoizolacji z elewacji budynku**

*Photo 3. Deformation and thermal insulation elimination of the facade of the building*

## Podsumowanie

Przeprowadzone badania makroskopowe pozwoliły na wykrycie nieprawidłowości, związanych z wykorzystaniem polistyrenu spienionego z dodatkami atermicznymi jako izolacji termicznej ścian w systemie ETICS. Bezpośrednie oddzia-

ływanie promieniowania słonecznego na etapie prowadzenia robót ociepleniowych może powodować wiele uszkodzeń „styropianu grafitowego”. Dotychczas nie przeprowadzono bardziej szczegółowych badań wpływu zmian temperatury na powierzchni płyt styropianowych z dodatkami atermicznymi na ich parametry oraz geometrię. Badania będą kontynuowane, a ich wyniki zostaną przedstawione w kolejnych publikacjach.

## Literatura

- [1] Faravelli Tiziano, Matteo Pincioli, F. Pisano, Giulia Bozzano, Mario Dente, Eliseo Ranzi. 2001. „Thermal degradation of polystyrene”. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* Volume 60, Issue 1: 103 – 121.
- [2] Instrukcja ITB nr 447/2009. Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków ETICS. Zasady projektowania i wykonywania. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa.
- [3] Jędrzejewski Andrzej. 2012. „Uwaga czarny styropian”. *Tynki* (6).
- [4] Jędrzejewski Andrzej. 2013. „Uwaga czarny styropian (2)”. *Tynki* (1).
- [5] Kondrot-Buchta Anna. 2014. *Badania eksperymentalne efektu redukcji przewodności cieplnej w spienionych polistyrenach*. Rozprawa doktorska. Warszawa. WAT.
- [6] Kondrot-Buchta Anna, Janusz Zmywaczyk, Piotr Koniorczyk. 2015. „Badania eksperymentalne temperatury powierzchni płyt styropianowych nagrzewanych lampą kwarcową”. *Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja*: 1: 46.
- [7] Kondrot-Buchta Anna, Janusz Zmywaczyk, Piotr Koniorczyk. 2015. „Eksperymentalne badania temperatury powierzchni płyt styropianowych poddanych ekspozycji promieniowania słonecznego”. *Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja* 2: 46.
- [8] Kondrot-Buchta Anna, Janusz Zmywaczyk, Marek Preisorn, Piotr Koniorczyk. 2015. „Numeryczne obliczenia odkształceń termicznych płyt styropianowych”. *Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja* 3: 46.
- [9] Krause Paweł, Tomasz Steidl. 2017. *Uszkodzenia i naprawy przegród budowlanych w aspekcie izolacyjności termicznej*. Warszawa. PWN.
- [10] Krause Paweł. 2018. *Ocena stanu technicznego izolacji termicznych na modernizowanych elewacjach. Wpływ tynków na trwałość przegród, technologie wzmacniania i naprawy*. 12 Dni Oszczędzania Energii. Wrocław.
- [11] Kussauer Robert, Max Ruprecht. 2014. *Die häufigsten Mängel bei Beschichtungen und Wärmedämm-Verbundsystemen: Erkennen, Vermeiden, Beheben*. Rudolf Müller, Köln.
- [12] Mehta Suril, S. Biederman, S. Shivkumar. 1995. „Thermal degradation of foamed polystyrene”. *Journal of Materials Science* 30.
- [13] PN-EN 13501-1+A1:2010 Klasyfikacja ognio-wa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień.
- [14] PN-EN 12667:2002 Właściwości cieplne materiałów i wyrobów budowlanych – Określanie oporu cieplnego metodami osłoniętej płyty grzejnej i czujnika strumienia cieplnego – Wyroby o dużym i średnim oporze cieplnym.

Przyjęto do druku: 04.01.2019 r.