

mgr inż. Danuta Kukielska\*  
mgr inż. Błażej Hanyż\*\*

# Nowoczesne materiały izolacyjne – pianka PIR

## Advanced insulation materials – PIR foam

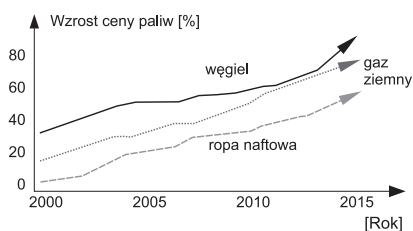
**Streszczenie.** W artykule przedstawiono potrzeby w zakresie nowoczesnych systemów izolacyjnych. Pokazano różnice właściwości użytkowych poszczególnych rodzajów materiałów. Przedstawiono efekty opracowania i wdrożenia technologii nowoczesnego materiału izolacyjnego, jakim jest poliuretanowa pianka PIR.

**Słowa kluczowe:** izolacja, materiały izolacyjne, poliuretanowa pianka, poliizocyanuran, odporność pożarowa.

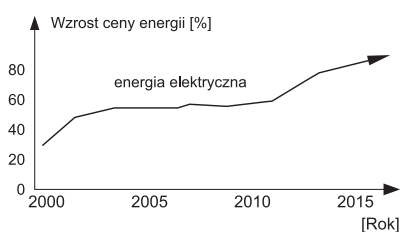
**Abstract.** In the paper the needs in the field of modern insulation systems were presented. The differences in the properties of particular types of such materials are shown. The effects achieved through development and implementation the technology of production of modern insulating material, which is polyurethane foam PIR are presented.

**Keywords:** insulating materials, polyurethane foam, polyisocyanurate, fire resistance.

**D**obre, nowoczesne materiały izolacyjne są niezbędne w produkcji wielu wyrobów. Można tu wymienić np. płyty warstwowe, drzwi zewnętrzne i chłodnicze, urządzenia chłodnicze, urządzenia do podgrzewania wody, samochody ciężarowe i kontenery izolowane termicznie. Są one także wykorzystywane jako termoizolacja dachów, rurociągów i instalacji przemysłowych. Rola materiałów izolacyjnych jest duża i stale wzrasta wraz ze wzrostem cen ogrzewania, w tym cen paliw i energii elektrycznej (rysunki 1, 2) [1]. Do poprawy efektywności w tej dziedzinie zobowiązują też rozporządzenia krajowe i Dyrektywy Unijne [2], a szczególnie zobowiązanie do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> (rysunek 3) oraz optymalizacja zużycia energii i poszukiwanie oszczędności.



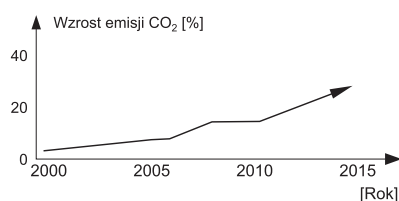
Rys. 1. Ceny paliw



Rys. 2. Ceny energii

\*IMBiGS

\*\* POLYCHEM SYSTEMS Sp. z o.o.



Rys. 3. Emisja dwutlenku węgla

Obowiązujące wymagania stawiają coraz większe wymagania materiałom izolacyjnym. Klienci oczekują termoizolacji o jak najwyższej odporności ogniowej, możliwie małej grubości, małym ciężarze właściwym i oczywiście o jak największej trwałości.

### Poliuretanowe materiały izolacyjne

Pianka poliuretanowa jest tworzywem sztucznym składającym się z litego poliuretanu, który otacza pęcherzyki gazu, najczęściej odpowiedniego węglowodoru lub/i dwutlenku węgla. W wyniku złożonych reakcji chemicznych ciepla mieszanina surowców zwiększa swoją objętość nawet 60-krotnie, w wyniku czego staje się tworzywem o oczekiwanych właściwościach fizykochemicznych (twardość, gęstość, elastyczność, odporność na zrywanie itp.), które są korzystne dla uzyskania dobrej termoizolacji [3], np. w przypadku przegrody dachowej o współczynniku  $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  grubość pianki poliuretanowej PIR o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$  wynosi 90 mm.

Dotychczas popularnym tego rodzaju materiałem izolacyjnym była

pianka PUR (poliuretan). Alternatywnym materiałem do powszechnie stosowanej pianki poliuretanowej PUR jest PIR (poliizocyanuran), należący do rodziny poliuretanów. Istotny jest w nim charakterystyczny szczegół w budowie chemicznej: obecność pierścieniowych poliizocyanurowych wiązań chemicznych, będących wynikiem reakcji między sobą izocyjanurowych grup funkcyjnych (obecnych w składniku B). Takie wiązania powstają w reakcji trimeryzacji tworzącej tzw. układy poliizocyanurowe stanowiące o szczególnych właściwościach użytkowych [4].

### Podobieństwa i różnice

Oba rodzaje pianek poliuretanowych PUR i PIR charakteryzuje:

- niski współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda$ ;
- niski ciężar właściwy;
- dobre parametry mechaniczne;
- możliwość stosowania różnego rodzaju okładzin;
- możliwość wytworzenia pianki w miejscu stosowania (in situ);
- szybkość instalacji;
- trwałość w szerokim zakresie temperatury od  $-40^\circ\text{C}$  +  $+200^\circ\text{C}$ ;
- odporność chemiczna i biologiczna.

Systemy izolacji na bazie pianki PIR i PUR spełniają wymagania dotyczące bezpieczeństwa ogniowego znajdujące się w „Warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”.

Pianki PIR przewyższają pianki PUR przede wszystkim lepszą odpornością

termiczną – mogą pracować w temperaturze nawet do 200 – 250 °C oraz lepszą odpornością ogniową. Skład chemiczny obydwu materiałów jest bardzo podobny. Do ich produkcji używa się, jako głównych składników, izocyjanianu i polioliu oraz odpowiednich dodatków – aktywatorów i stabilizatorów. Pianki różnią się ilością izocyjanianu. W przypadku pianki PIR izocyjanianu jest dużo więcej niż w standardowych piankach PUR. Zwiększenie ilości izocyjanianu kosztem polioliu umożliwia uzyskanie pianki o dużo lepszych właściwościach ogniowych.

W przypadku PUR rozerwanie łańcuchów związku chemicznego na skutek ognia i wysokiej temperatury następuje przy 200 °C, a w przypadku PIR jest to 50 % więcej – rozerwanie łańcuchów ma miejsce w 300 °C. Dodatkowo bardzo korzystnym zjawiskiem, które występuje pod wpływem oddziaływania ognia i temperatury na pianki PIR, jest powstawanie na ich powierzchni specjalnej zwęglonej powłoki, która uniemożliwia dostęp ognia do głębszych warstw, a tym samym wydłuża czas ognioodporności pianki. Zjawisko to ma szczególne znaczenie w przypadku płyt warstwowych zawierających rdzeń, który nadaje płytom właściwości izolacyjne oraz konstrukcyjne umożliwiające utrzymywanie okładzin metalowych w stałej odległości. W efekcie w przypadku pożaru dachowa płyta warstwowa PUR momentalnie straci parametry konstrukcyjne, co spowoduje załamanie się dachu, natomiast zastosowanie płyt warstwowych z pianką PIR stwarza większe prawdopodobieństwo trwałości konstrukcji, ponieważ powierzchniuwa warstwa węgla cały czas będzie utrzymywać blachy w stałej odległości, stabilizując ich właściwości konstrukcyjne. Wyższość pianki PUR polega na tym, że ich produkcja jest łatwiejsza, a tym samym tańsza.

## Pianka PIR – produkt polski

W niektórych krajach europejskich technologia termoizolacji bazująca na pianie PIR zdobyła powszechne uznanie i zastosowanie, głównie w budownictwie. W Polsce do niedawna nie było producenta systemów do pianki PIR (produkt jest importowany). Polychem Systems Sp. z o.o. we współpracy z Instytutem Mechanizacji Budownictwa

i Górnictwa Skalnego, w ramach projektu celowego NOT, podjął próbę wdrożenia pianki PIR do produkcji.

Pianka poliizocyjanurowa (PIR) powstaje w wyniku chemicznej reakcji cząsteczek diizocyjanianów. Tworzą się w ten sposób pierścienie izocyjanurowe nadające specyficzne właściwości polimerowi. Przy produkcji należy uwzględnić dwa podstawowe czynniki, które będą wpływać na zwiększenie ognioodporności systemów. Pierwszy czynnik, to zapewnienie w warunkach technologicznych wytwarzania jak największej liczby pierścieni izocyjanurowych, ponieważ odporność na temperaturę pianki jest tym większa, im więcej zawiera pierścieni izocyjanurowych w swojej strukturze. Do celów użytkowych zakłada się, że pianka PIR powinna wytrzymać działanie temperatury 250 °C. Taką odporność można uzyskać przy indeksie izocyjanianowym I = 2,0 – 4,0.

## Właściwości pianki PIR produkcji POLYCHEM SYSTEMS

Dokument odniesienia	Parametr	Pianka PIR wynik	Wymagania normowe	
PN-EN 13823 test SBI	wskaźnik szybkości rozwoju pożaru (FIGRA)	381,9 W/s przy THR 0,4 MJ 592,9 W/s przy THR 0,2 MJ	klasa D	≤ 750 W/s przy progu THR 0,4 MJ
			klasa C	≤ 250 W/s przy progu THR 0,4 MJ
			klasa B	≤ 120 W/s przy progu THR 0,2 MJ
	boczne rozprzestrzenianie płomienia w poprzek (LFS)	< krawędź próbki	klasa D	brak wymagań
			klasa C	< krawędź próbki
			klasa B	< krawędź próbki
całkowite wydzielanie ciepła w ciągu 600 s badania (THR600s)	4,4 MJ		brak wymagań	
			≤ 15 MJ	
			≤ 7,5 MJ	
PN-EN ISO 11925-2	czas ekspozycji	–	klasa E	15 s
		tak	klasy D-B	30 s
	rozprzestrzenianie płomieni	–	klasa E	≤ 150 mm w ciągu 20 s
		tak	klasy D-B	≤ 150 mm w ciągu 60 s

Drugi element, który należy rozważyć, to zastosowanie dodatkowych składników zwiększających odporność polimeru na temperaturę. Odporność na ogień można zwiększyć, stosując środki niepalniące oraz niepalne środki spieniające. Największe zapotrzebowanie jest na pianki PIR, których reakcja na ogień mieści się w euroklasie E – jest to wystarczające wymaganie dotyczące najpowszechniej stosowanych systemów termoizolacyjnych w budownictwie i przemyśle. Wyższa odporność jest wymagana raczej w rozwiązaniach specjalistycznych, np. w drzwiach przeciwpożarowych. W przypadku przemysłu najczęściej stawiane wymagania, to odpor-

ność na wysoką temperaturę i odporność na ogień, np. w przypadku termoizolacji instalacji przewodzących media o temperaturze od 120 do 200 °C. Natomiast w budownictwie najważniejsze wymagania to: odporność na ogień oraz jak najmniejsza ilość dymu wydzielana w czasie palenia.

Właściwości pianki PIR produkcji firmy POLYCHEM SYSTEMS przedstawiono w tabeli. Pianka ta w znacznie mniejszym stopniu rozprzestrzenia ogień w porównaniu z pianką PUR, dlatego też jest bardziej korzystna pod względem bezpieczeństwa pożarowego.

Zgodnie z klasyfikacją normy PN-EN 13501-1+A1:2010 *Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień* pianka PIR wytworzona przez POLYCHEM SYSTEMS uzyskała klasyfikację reakcji na ogień D-s2, d0. Daje to możliwość stosowania jej w elementach budynków o wyższej klasie odporności pożarowej niż w przypadku standardowej pianki PUR.

## Literatura

- [1] Materiały szkoleniowe Polskiego Związku Producentów i Przetwórców Izolacji Poliuretanowych PUR i PIR SIPUR.
- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE „Energy Performance of Buildings Directive”.
- [3] Dane produkcyjne firmy Natural Chemical Products Sp. z o.o.
- [4] Sawicki J., Pianki izolacyjne PIR w budownictwie, Izolacje 9/2007.
- [5] Paciorek-Sadowska J., Czupryński B., Liszkowska J., Jaskółowski W., Nowy polioli boroorganiczny do produkcji sztywnych pianek poliuretanowo-poliizocyjanurowych. Polimery 2010, nr 2, 99.