

ARTYKUŁY – REPORTS

Weronika Kukulska\*

## WYMAGANIA TECHNICZNE I KRYTERIA OCENY USZCZELNIAJĄCYCH PIANEK POLIURETANOWYCH W AEROZOLU

Powszechnie stosowanym materiałem uszczelniającym są póższytne pianki poliuretanowe w aerozolu. W artykule omówiono wymagania techniczne i kryteria oceny tych pianek podane w projekcie normy europejskiej, aprobaty technicznych i pracy badawczej ITB nr NL-57/04.

### 1. Wprowadzenie

Od kilkunastu lat jako materiały uszczelniające stosuje się jednokomponentowe póższytne pianki poliuretanowe. W wersji handlowej mają one postać aerozoli, dostarczanych w pojemnikach (opakowaniach iniekcyjnych), wyposażonych w aplikator (dyszę z wężkiem) lub przystosowanych do zainstalowania i zamocowania pistoletu.

Pianki te są wytwarzane z prepolimeru poliuretanowego, który reaguje i twardnieje w kontakcie z wilgocią. Stosowane są *in situ*, tj. spieniane w miejscu ich użytkowania. Pianek poliuretanowych w aerozolu używa się do uszczelniania:

- przestrzeni pomiędzy ościeżkami a ościeżnicami okien i drzwi,
- przejść instalacyjnych,
- szczelin i pęknięć w połączeniach między elementami w przegrodach budynków.

Pianki te nie powinny być stosowane jako wypełnienie dylatacji w budynkach.

Pianki poliuretanowe charakteryzują się dobrą przyczepnością do większości materiałów. Mogą więc być stosowane pomiędzy powierzchniami materiałów takich jak beton, stal, drewno, płyta gipsowo-kartonowa, cegła ceramiczna, PVC itp. Nie są przyczepne do teflonu, silikonu, polietylenu i polipropylenu. Elementy stalowe ocynkowane lub aluminiowe powinny być pokryte warstwą gruntującą, która zwiększa przyczepność pianek do tych materiałów.

Pianki poliuretanowe nie są odporne na promieniowanie UV, dlatego też po utwardzeniu powinny być osłonięte na przykład masą silikonową, tynkiem lub farbą.

\* mgr inż. – adiunkt w Zakładzie Lekkich Przegrod i Przeszklerń

Czas utwardzania pianek zależy w dużym stopniu od temperatury i wilgotności otoczenia w trakcie wytwarzania pianki. Prace z zastosowaniem pianek powinny być wykonywane w temperaturze od 5°C do 30°C, natomiast specjalne odmiany pianek, określane jako pianki zimowe, w temperaturze od -10°C do 25°C. Właściwości przetwórcze wytwarzanych w tych warunkach pianek są następujące:

- czas pyłosuchości (tworzenia naskórka): od 1 min do 15 min,
- czas utwardzania: od 1 h do 48 h.

W stosunku do objętości aerozolu w pojemniku (300–750 ml) pianki zwiększają swoją objętość od 30 do 60 razy.

Pomimo powszechnego stosowania, dla półsztywnych pianek poliuretanowych w aerozolu nie zostały jak dotąd ustanowione normy przedmiotowe. Opracowywane są natomiast projekty norm europejskich z serii „Wyroby do izolacji cieplnej”, obejmujące między innymi materiały ze sztywnej pianki poliuretanowej (PUR) dozowanej i formowanej *in situ*. Pianka poliuretanowa o zakresie stosowania podobnym do przeznaczenia omawianych w artykule pianek jest przedmiotem prEN 14319-1:2002 (patrz p.6). Projekt tego dokumentu przyjęto jako materiał źródłowy do opracowania danych, tj. zakresu badań i wymagań dotyczących uszczelniających pianek poliuretanowych w aerozolu, przeznaczonych do aprobat technicznych.

W artykule omówiono zakres, metody badań i wymagania techniczno-użytkowe podane w wymienionym projekcie normy, z uwzględnieniem wyników badań i doświadczeń z prac badawczych wykonanych w ramach procedur aprobowanych.

## **2. Właściwości pianek poliuretanowych wytwarzanych w miejscu wbudowania, wynikające z prEN 14319-1, prac badawczych i aprobat technicznych**

PrEN 14319-1 obejmuje wymagania i metody badań sztywnych i półsztywnych pianek poliuretanowych (PUR) stosowanych *in situ* o różnych gęstościach i różnym przeznaczeniu.

Właściwości tych pianek zostały podzielone na dwie grupy:

- cechy wyrobów przeznaczonych do wszystkich zastosowań,
- cechy wyrobów przeznaczonych do zastosowań specjalnych.

Wymagania dotyczące niektórych właściwości podano w postaci poziomów i klas, przy czym poziom oznacza górną lub dolną granicę wymagania, natomiast klasa jest kombinacją dwóch poziomów, między którymi powinna znajdować się wartość danej właściwości.

Zakres podanych w tym dokumencie właściwości dotyczących wszystkich zastosowań obejmuje:

- przewodność cieplną,
- reakcję na ogień,
- stabilność wymiarową w określonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych,
- przyczepność do podłoża,
- zawartość zamkniętych porów,
- gęstość przy swobodnym spienianiu,
- maksymalną temperaturę eksploatacyjną,

- naprężenie ściskające lub wytrzymałość na ściskanie,
- przepuszczalność pary wodnej.

W przypadku pianek przeznaczonych do specjalnych zastosowań zakres właściwości obejmuje dodatkowo:

- minimalną temperaturę eksploatacyjną,
- wytrzymałość na rozciąganie prostopadle do powierzchni czołowych,
- pełzanie przy ściskaniu,
- gęstość,
- szybkość uwalniania się substancji wywołujących korozję,
- szybkość uwalniania się substancji niebezpiecznych.

Analizując zakres podanych wyżej właściwości można stwierdzić, że część z nich nie ma zastosowania do pianek uszczelniających, które wypełniają tylko małe przestrzenie w przegrodach budynków.

Zakres właściwości uszczelniających pianek w aerozolu badanych w pracach usługowych ITB oraz podawany w aprobatkach technicznych jest następujący:

- gęstość pozorna (objętościowa) przy swobodnym spienianiu,
- nasiąkliwość wodą przy częściowym zanurzeniu próbek,
- stabilność wymiarów w określonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych,
- naprężenie ściskające przy 10-procentowym odkształceniu względnym,
- wytrzymałość na rozciąganie,
- przyczepność do wybranych materiałów.

Porównując zakresy właściwości podanych w projekcie EN i w aprobatkach technicznych, można zauważyć dużą zbieżność obu zestawów cech. Jednakże zakres normy jest znacznie szerszy od przyjętego w aprobatkach technicznych, co wynika głównie z szerszego zakresu stosowania pianek będących przedmiotem projektu normy w porównaniu z zakresem stosowania tych pianek podawanym w aprobatkach technicznych.

W aprobatkach technicznych nie są uwzględniane niektóre właściwości pianek podane w projekcie normy:

a) właściwości cieplne, tj. współczynnik przewodzenia ciepła i opór cieplny pianek, ponieważ właściwości te nie są brane pod uwagę przy obliczaniu strat ciepła przez przegrody z powodu małej objętości pianek uszczelniających w przegrodzie w porównaniu z objętością innych materiałów tam stosowanych;

b) reakcja na ogień: pianki poliuretanowe w aerozolu są materiałem palnym; cecha ta może być jednak sprawdzana w przypadku deklarowania przez producenta klasy ogniowej pianki;

c) zawartość zamkniętych porów: nie jest sprawdzana w procedurze aprobacyjnej, ponieważ nie jest istotna w przewidywanym zakresie stosowania pianek;

d) przepuszczalność pary wodnej: nie jest sprawdzana, ponieważ pianki w szczelinach są osłaniane materiałami zabezpieczającymi, przy czym materiały te nie przepuszczają pary wodnej, na przykład kity;

e) temperatura eksploatacyjna minimalna i maksymalna: nie sprawdzano dotychczas zakresu odporności temperaturowej, lecz przyjmowano ją na podstawie deklaracji producenta;

f) pełzanie przy ściskaniu: cecha ta nie ma znaczenia w przewidywanym zakresie stosowania pianek w aerozolu;

g) szybkość uwalniania się substancji wywołujących korozję i niebezpiecznych: właściwości te nie są badane, ponieważ nie mają praktycznego znaczenia w przewidywanym zakresie stosowania pianek w aerozolu.

### 3. Analiza metod badań

Metody badań właściwości pianek ujęte w prEN 14319-1 podano w tablicach 1 i 2.

W przypadku pólstyrenowych pianek poliuretanowych utwardzanych wilgocią istotne zagadnienie stanowią warunki i okres klimatyzacji pianek w formach, przed wycięciem próbek do badań. W pracy badawczej NL-57/04 przeprowadzono badania mające na celu ustalenie okresu klimatyzacji w warunkach laboratoryjnych (temperatura  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  i wilgotność względna  $50\% \pm 5\%$ ). Jako minimalny okres klimatyzacji pianki w formach przyjęto 7 dni, przy czym czas klimatyzacji wyciętych do badań próbek powinien być zgodny z zaleceniami odpowiednich norm metodycznych.

Metody badań stosowane w pracach badawczych ITB i aprobaty technicznych przedstawiono w tablicy 3.

Tablica 1. Metody badań właściwości uwzględnianych w przypadku wszystkich zastosowań pianek według pr EN 14319-1

Table 1. Test methods of foam characteristics taking into account all types of application according to the draft EN 14319-1

Właściwości	Metody badań*
Współczynnik przewodzenia ciepła i opór cieplny	PN-EN 12667:2000 lub PN-EN 12939:2002
Reakcja na ogień	PN-EN 13501-1:2007(U)
Stabilność wymiarowa w określonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych	PN-EN 1604+AC:1999
Przyczepność do podłoża oznaczana prostopadłe do powierzchni	prEN 14319-1, aneks B
Zawartość zamkniętych porów	PN-ISO 4590:1994 i PN-ISO 4590:1994/Ap1:2001
Gęstość przy swobodnym spienianiu	PN-EN 1602:1999
Maksymalna temperatura eksploatacyjna	brak danych
Napężenia ściskające lub wytrzymałość na ściskanie	PN-EN 826:1998
Przepuszczalność pary wodnej	PN-EN 12086:2001, metoda B
* Zamiast EN podano PN-EN w przypadkach ustanowienia tych norm jako krajowe; tytuły norm podano na końcu artykułu.	

Tablica 2. Metody badań właściwości uwzględnianych w przypadku specjalnych zastosowań pianek według prEN 14319-1

Table 2. Test methods of foams characteristics taking into account the particular type of application according to draft EN 14319-1

Właściwości	Metody badań*
Minimalna temperatura eksploatacyjna	brak danych
Wytrzymałość na rozciąganie prostopadle do powierzchni czołowych	PN-EN 1607:1999
Pełzanie przy ściskaniu	PN-EN 1606+AC:1999
Gęstość	prEN 14319-1, aneks G
Szybkość uwalniania się substancji korodujących	PN-EN 13468:2004
Szybkość uwalniania się substancji niebezpiecznych	prEN 14319-1
* Zamiast EN podano PN-EN w przypadkach ustanowienia tych norm jako krajowe; tytuły norm podano na końcu artykułu.	

Tablica 3. Metody badań podane w pracach badawczych i aprobatkach technicznych

Table 3. Test methods given in research reports and technical approvals

Właściwości	Metody badań*
Gęstość pozorna swobodnie spienionej pianki, kg/m <sup>3</sup>	PN-EN ISO 845:2000
Nasiąkliwość wodą po 24 h przy częściowym zanurzeniu, kg/m <sup>2</sup>	PN-EN 1609:1999, metoda A
Stabilność wymiarowa w określonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych, %	PN-EN 1604+AC:1999
Naprężenie ściskające przy 10-procentowym odkształceniu względnym, kPa	PN-EN 826:1998
Wytrzymałość na rozciąganie, kPa	PN-EN 1607:1999
Przyczepność do wybranych materiałów, kPa	PN-EN 1607:1999
* Tytuły norm podano na końcu artykułu.	

Porównując procedury badawcze dotyczące analogicznych właściwości podane w projekcie normy europejskiej z metodami stosowanymi w pracach badawczych ITB oraz zawartymi w aprobatkach technicznych ITB można stwierdzić, że są one identyczne w odniesieniu do następujących właściwości:

- stabilność wymiarowa w określonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych,
- naprężenie ściskające przy 10-procentowym odkształceniu względnym lub wytrzymałość na ściskanie,
- wytrzymałość na rozciąganie,
- przyczepność do wybranych materiałów.

W odniesieniu do stabilności wymiarowej warunki badawcze są następujące:

– według prEN 14319-1 próbki poddaje się w ciągu 48 h działaniu temperatury 70°C i wilgotności względnej 90% lub działaniu temperatury –20°C,

– według niektórych aprobat technicznych próbki poddawane są w ciągu 24 h działaniu temperatury 40°C i wilgotności względnej 90% lub temperatury 70°C.

Zgodnie z prEN 14319-1 gęstość pianki swobodnie spienionej sprawdza się według PN-EN 1602:1999, natomiast w aprobatkach technicznych w przypadku tej właściwości podaje się metodę zgodną z PN-EN ISO 845:2000. Metody badania gęstości według obu tych norm są równoważne, oparte na tej samej zasadzie, a uzyskiwane wyniki – identyczne. Obie te normy mogą być powoływane jako równorzędne.

## 4. Analiza wymagań

### 4.1. Wymagania według prEN 14319-1

Wymagania techniczno-użytkowe w prEN 14319-1 są podane w postaci poziomów wartości, które stanowią górną lub dolną granicą wymagania.

Wymagania dotyczące wybranych właściwości pianek spienianych *in situ* ujęte w tej normie podano w tablicach od 4 do 8.

Tablica 4. Stabilność wymiarowa w określonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych  
Table 4. Dimensional stability under specified temperature and humidity conditions

Warunki badawcze	Zmiany wymiarów <sup>1)</sup>		Poziom [DS(TH)]			
			0	1	2	3
(70 ±2)°C i (90 ±5)% wilg. wzgl.	$\Delta_{el}$ $\Delta_{eb}$	%	wartość nie określana	≤ 5	≤ 2	≤ 1
	$\Delta_{ed}$	%	wartość nie określana	≤ 9	≤ 6	≤ 4
(–20 ±3)°C	$\Delta_{el}$ $\Delta_{eb}$	%	wartość nie określana	≤ 1	≤ 0,5	≤ 0,5
	$\Delta_{ed}$	%	wartość nie określana	≤ 2	≤ 2	≤ 2

<sup>1)</sup>  $\Delta_{el}$ ,  $\Delta_{eb}$ ,  $\Delta_{ed}$  –zmiana długości, szerokości i grubości próbki.

Tablica 5. Przyczepność do podłoża prostopadle do powierzchni  
Table 5. Bond strength to the substrate perpendicular to the surface

Poziom	TS0	TS1	TS2	TS3	TS4
Wymaganie, kPa	wartość nie określana	≥ 50	≥ 100	≥ 150	≥ 200

Tablica 6. Zawartość zamkniętych porów  
Table 6. Closed cavities content

Poziom	Zawartość zamkniętych porów
CCC0	wartość nie określana
CCC1	< 20%
CCC2	≤ 80%
CCC3	> 80%
CCC4	> 90%

Tablica 7. Naprężenie ściskające przy 10-procentowym odkształceniu względnym lub wytrzymałość na ściskanie

Table 7. Compressive stress at 10% deformation or the compressive strength

Poziom	Wymaganie, kPa	Poziom	Wymaganie, kPa
CS(10\Y)25	≥ 25	CS(10\Y)175	≥ 175
CS(10\Y)50	≥ 50	CS(10\Y)200	≥ 200
CS(10\Y)100	≥ 100	CS(10\Y)225	≥ 225
CS(10\Y)120	≥ 120	CS(10\Y)250	≥ 250
CS(10\Y)130	≥ 130	CS(10\Y)350	≥ 350
CS(10\Y)140	≥ 140	CS(10\Y)400	≥ 400
CS(10\Y)150	≥ 150	CS(10\Y)800	≥ 800

Tablica 8. Wytrzymałość na rozciąganie prostopadle do powierzchni czołowych

Table 8. Tensile strength perpendicular to the faces

Poziom	TR40	TR50	TR60	TR70	TR80	TR90	TR100	TR150
Wymaganie, kPa	≥ 40	≥ 50	≥ 60	≥ 70	≥ 80	≥ 90	≥ 100	≥ 150

Gęstość przy swobodnym spienianiu powinna być zgodna z deklaracją producenta.

## 4.2. Wymagania przyjęte w aprobach technicznych

Wymagania techniczne według przykładowych aprobat technicznych podano w tabelicy 9.

Tablica 9. Zestawienie wymagań stawianych piankom poliuretanowym stosowanym w temperaturze dodatniej, na podstawie aprobat technicznych

Table 9. Requirements for PU foams applied in positive temperature, on the basis of technical approvals

Właściwość i jednostka	Wymagania techniczne dla pianek:			
	stosowanych w temperaturze dodatniej		stosowanych w temperaturze ujemnej i dodatniej	
	spienianych aplikatorem	spienianych pistoletem	spienianych aplikatorem	spienianych pistoletem
Gęstość, kg/m <sup>3</sup>	19 ÷ 22	18 ÷ 23	24 ÷ 33	37 ÷ 42
Nasiąkliwość po 24 h w wodzie, przy częściowym zanurzeniu, kg/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 1,0	0,5 ÷ 1,0	1,0 ÷ 2,0	1,0 ÷ 2,0
Zmiana wymiarów liniowych, %, po 48 h, w temp. 70°C i wilg. wzgl. 90%	2,0 ÷ 5,0	3,0 ÷ 4,0	2,0 ÷ 5,0	3,0 ÷ 5,0
Naprężenia ściskające przy 10-procentowym odkształceniu względnym, kPa	≥ 45 ÷ ≥ 50	≥ 45 ÷ ≥ 50	≥ 50	≥ 50 ÷ ≥ 70
Wytrzymałość na rozciąganie, kPa	≥ 100 ÷ ≥ 150	≥ 100 ÷ ≥ 120	≥ 100	≥ 100 ÷ ≥ 150
Przyczepność do drewna, kPa	≥ 100 ÷ ≥ 200	≥ 150 ÷ ≥ 200	≥ 100 ÷ ≥ 200	≥ 200
Przyczepność do stali, kPa	≥ 100 ÷ ≥ 150	≥ 150	≥ 150	≥ 150 ÷ ≥ 200

## 5. Kryteria oceny i wymagania techniczno-użytkowe dotyczące jednoskładnikowych pianek poliuretanowych w aerozolu

### 5.1. Cechy identyfikacyjne pianek

Podstawową cechą identyfikacyjną pianek poliuretanowych jest gęstość pozorna, wyrażona w kg/m<sup>3</sup>. Jako kryterium oceny gęstości objętościowej należy przyjąć wartość deklarowaną przez producenta ± 10%.

### 5.2. Wymagania techniczno-użytkowe

Wymagania techniczno-użytkowe, jakie powinny spełniać pólstywnne pianki poliuretanowe stosowane do uszczelniania i wypełniania niewielkich przestrzeni między elementami przegród, podano w tablicy 10.



Tablica 10. Wymagane właściwości półsztywnych, jednokomponentowych pianek poliuretanowych w aerozolu, stosowanych zarówno w temperaturach dodatnich, jak i ujemnych  
 Table 10. Requirements for semi-rigid, one-component PU foams in aerosol, applied in positive and negative temperatures

Właściwość	Wymagania <sup>1)</sup>	Metody badań
Gęstość pozorna, kg/m <sup>3</sup>	wartość deklarowana przez producenta, $\pm 10\%$	PN-EN 1602:1999 lub PN-EN ISO 845:2000
Stabilność wymiarowa wyrażona zmianami wymiarów liniowych, %, po działaniu w ciągu 48 h temperatury 70°C i wilg. wzgl. 90% w kierunku: <ul style="list-style-type: none"> <li>• długości i szerokości</li> <li>• grubości (kierunek wzrostu pianki)</li> </ul>	$\leq 5$ $\leq 2$ $\leq 9$ $\leq 6$	PN-EN 1604+AC:1999
Nasiąkliwość wodą po 24 h częściowego zanurzenia, kg/m <sup>2</sup>	$\leq 2$	PN-EN 1609:1999 metoda A
Naprężenie ściskające przy 10-procentowym odkształceniu względnym lub wytrzymałość na ściskanie, kPa	$\geq 25$ $\geq 50$	PN-EN 826:1998
Wytrzymałość na rozciąganie, kPa	$\geq 80$ $\geq 90$ $\geq 100$	PN-EN 1607:1999
Przyczepność do wybranych materiałów, np. drewna, stali, betonu, cegły, PVC itp., kPa	$\geq 50$ $\geq 100$ $\geq 150$ $\geq 200$	PN-EN 1607:1999
<sup>1)</sup> Wartości wymagań odpowiadają poziomom podanym w prEN 14319-1:2002. UWAGA: Właściwości powinny być określane na odpowiednich próbkach, wyciętych z pianki klimatyzowanej w formach, przez co najmniej 7 dni w warunkach laboratoryjnych (23°C i 50% wilg. wzgl.).		

Podane w tablicy 10 wymagania techniczne i związane z nimi metody badań mogą być wykorzystane w badaniach typu i w badaniach kontrolnych, dotyczących jednoskładnikowych pianek poliuretanowych, dostarczanych w postaci aerozolu.

## 6. Normy

prEN 14319-1:2002 Thermal insulating products for building equipment and industrial installations – In-situ formed dispensed rigid polyurethane foam (PUR) products. – Part 1. Specification for the rigid foam dispensed system before installation (Wyroby do izolacji cieplnej wyposażenia budynków i instalacji przemysłowych. Wyroby ze sztywnej pianki poliuretanowej (PUR) dozowanej i formowanej *in situ*. Część 1: Specyfikacja systemu sztywnych pianek dozowanych przed zainstalowaniem)

- PN-EN 826:1998 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Określanie zachowania przy ściskaniu
- PN-EN 1602:1999 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Określanie gęstości pozornej
- PN-EN 1604 + AC:1999 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Określanie stabilności wymiarowej w określonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych
- PN-EN 1606+AC:1999 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Określanie pełzania przy ściskaniu
- PN-EN 1607:1999 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Określanie wytrzymałości na rozciąganie prostopadle do powierzchni czołowych
- PN-EN 1609:1999 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Określanie krótkotrwałej nasiąkliwości wodą metodą częściowego zanurzenia
- PN-EN 12086:2001 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Określanie właściwości przy przenikaniu pary wodnej
- 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
- PN-EN 12939:2002 Właściwości cieplne materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie oporu cieplnego metodami osłoniętej płyty grzejnej i czujnika strumienia cieplnego. Grube wyroby o dużym i średnim oporze cieplnym
- PN-EN 13468:2004 Wyroby do izolacji cieplnej wyposażenia budynków i instalacji przemysłowych. Określanie śladowych ilości jonów chloru, fluoru, krzemu, sodu rozpuszczalnych w wodzie oraz pH
- PN-EN 13501-1:2007 (U) Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynku. Część 1: Klasyfikacja na podstawie reakcji na ogień
- PN-EN ISO 845:2000 Gumy i tworzywa porowate. Oznaczanie gęstości pozornej

## TECHNICAL REQUIREMENTS AND CRITERIA OF ASSESSMENT OF PU SEALING FOAMS IN AEROSOL

### Summary

Semi-rigid PU foams in aerosol are the commonly used sealing products. Technical requirements and criteria of assessment of PU foams, according to the draft EN standard, technical approvals and ITB research report No. NL-57/04 are presented in the paper.

*Praca wpłynęła do Redakcji 25 IX 2007 r.*