

Piotr K. ARCISZEWSKI

Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Wydział Mechaniczny Technologiczny,
Politechnika Śląska

e-mail: piotr.k.arciszewski@gmail.com

Porównanie metod oceny wytrzymałości na ściskanie mat z pianki polietylenowej stosowanych w budownictwie

Streszczenie: Porównano metody badań wytrzymałości na ściskanie według norm EN ISO 3386-1, EN 826 oraz CEN/TS 16354 dla wyrobów budowlanych z piany polietylenowej stosowanych jako izolacja pod posadzki i podłogi pływające z laminatów, drewna oraz materiałów drewnopodobnych. Celem było wykazanie różnic oraz dobranie właściwych parametrów badania takich jak: wielkość próbki, warstwowanie, rodzaj płyty nośnej i naciskowej oraz szybkość odkształcania.

Słowa kluczowe: wytrzymałość, ściskanie, piana, LDPE.

COMPARISON OF METHODS FOR COMPRESSIVE STRENGTH ASSESSMENT OF POLYETHYLENE FOAM MATS FOR CONSTRUCTION

Abstract: The compressive strength test methods were compared according to the standards EN ISO 3386-1, EN 826 and CEN / TS 16354 for construction products made of polyethylene foam used as insulation under floors and floating floors made of laminates, wood and wood-like materials. The aim was to indication of differences and choose the right test parameters such as sample size, layering, type of pressure plate and test speed.

Keyword: strength, compression, polymeric foam, LDPE.

1. WPROWADZENIE

Maty wykonane z pianki polietylenowej stanowią alternatywę dla mat wykonanych z innych materiałów jak poliuretan czy polistyren. Spieniony polietylen jest coraz częściej stosowany w budownictwie pod izolację podłogową ze względu na możliwość kształtowania parametrów w zależności od potrzeb, a także możliwość łatwego recyklingu odpadów. Zwiększanie, bądź zmniejszanie takich właściwości jak: wytrzymałość na ściskanie, izolacyjność akustyczna, opór cieplny czy przepuszczalność pary wodnej reguluje się poprzez zmianę gęstości pianki, bądź dodanie warstwy wykonanej przykładowo z folii metalizowanej [1][2][3]. Istotną charakterystyką, świadcząca o jakości produktu jest wspomniana wcześniej wytrzymałość na ściskanie. Normy zharmonizowane [5] dotyczące termoizolacyj-

nych materiałów budowlanych wykonanych z polietylenu nie obejmują cienkich pianek ze względu na niski opór cieplny. Nie istnieje także Europejski Dokument Oceny stąd producenci i sprzedawcy mogą stosować do oceny wyrobu dowolne normy europejskie [6][7][8]. Niestety parametry badań wytrzymałościowych są na tyle odmienne, iż może to wprowadzać istotne różnice w uzyskiwanych wynikach, co z kolei utrudni obiektywne porównanie przez klientów materiałów podkładowych oferowanych na rynku budowlanym.

2. MATERIAŁ DO BADAŃ

Badania przeprowadzono na zamknięto-komórkowej piance, uzyskanej metodą wytłaczania, o gęstości pozornej wynoszącej 200 kg/m³ (±5%) oraz grubości 1mm (±5%), wykonanej z po-

lietylenu niskiej gęstości LDPE. Gęstość i grubość została zbadana wg normy PN-EN 12431 [9] oraz PN-EN 1602 [10] dla 12 miejsc znajdujących się na początku, środku i końcu wstęgi. Maty wytworzone z tego materiału są wykorzystywane jako izolacja akustyczna pod posadzki i podłogi pływające z laminatów, drewna oraz materiałów drewnopodobnych. Próbki do badań były wycinane wzdłuż ekstruzji w 3ech miejscach na całej długości wstęgi.

EN ISO 3386-1 stanowisko składało się z płyty naciskowej z przewodnikami o wymiarach 200x200 mm oraz płyty nośnej o wymiarach 200x200 mm z otworami o średnicy 6mm, rozmieszczonymi równomiernie na całej jej powierzchni co 20 mm. Wymiary próbek wynosiły 100x100 mm. W przypadku metody bazującej na EN 826 stanowisko składało się z płyty naciskowej o wymiarach 100x100 mm z przegubem kulowym oraz płyty nośnej o wymia-



Rys. 1. Przygotowany materiał do badań

Fig. 1. Material prepared for tests

3. OPIS BADAŃ

Z racji bardzo małej grubości wyrobu do porównań przyjęto wartość naprężenia przy 50% odkształceniu, czyli przy ściśnięciu o 0,5 mm ($\pm 5\%$). W każdym przypadku przebadano 3 próbki. Próbki przed badaniem były kondycjonowane przez okres 72h w warunkach 21 °C oraz 50% wilgotności względnej zgodnie z normą dotyczącą tworzyw sztucznych [4]. Badanie przeprowadzono na maszynie INSTRON TT-CM 80. Naprężenie wstępne wynosiło 250 kPa (± 50 kPa).

Budowa stanowiska oraz powierzchnia badanej próbki opierała się na trzech normach [6] [7][8] przedmiotowych, opisujących metodykę określania parametrów pianki w czasie jej odkształcania. W przypadku metody bazującej na

rach 200x200 mm. Wymiary próbek wynosiły 100x100 mm. W przypadku metody opierającej się na CEN/TS 16354 stanowisko wyglądało tak samo jak w przypadku metody EN 826 jednak wymiary próbek wynosiły 200x200 mm.

Do głównych odstępstw od norm należało: prędkość pomiaru oraz różna liczba warstw. Przebadano 13 różnych wariantów. Pomiary przeprowadzono używając prędkości najazdu 0,1mm/min, 1mm/min, 10mm/min dla próbki jednowarstwowej oraz złożonej z 10 warstw. Norma EN ISO 3386-1 w odróżnieniu od pozostałych dwóch norm pozwala przeprowadzać badanie z prędkością odkształcania aż 100mm/min (dodatkowy pomiar). Dokładną konfigurację układów pomiarowych wykorzystanych w badaniach i parametrów testów przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Konfiguracja pomiarów**Tab. 1. Conditions of tests**

	Nr1	Nr2	Nr3	Nr4	Nr5	Nr6	Nr7	Nr8	Nr9	Nr10	Nr11	Nr12	Nr13
Budowa stanowiska wg normy	EN ISO 3386					EN 826				CEN/TS 16354			
Płyta najazdowa – wymiary [mm]	200x200					100x100				100x100			
Płyta nośna – wymiary [mm]	200x200 z otworami					200x200							
Grubość [warstwy]	1	1	10	10	10	1	1	10	10	1	1	10	10
Prędkość [mm/min]	0,1	1	1	10	100	0,1	1	1	10	0,1	1	1	10
Wymiary próbek [mm]	100x100								200x200				

4. WYNIKI BADAŃ I OMÓWIENIE

Dla każdej konfiguracji odczytano wartość przy odkształceniu o 50%. Wyniki oznaczeń, obejmujące średnią wartość, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności zestawiono w tabeli 2 poniżej.

Na wykresach zestawiono wyniki uwzględniając rodzaj stanowiska oraz ilość warstw i prędkość badania. W zależności od parametrów badania wyniki różniły się nawet trzykrotnie – pierwsza i ostatnia próbka.

Prowadząc badanie z małą prędkością odkształcenia, czyli z prędkością stanowiącą 1/10

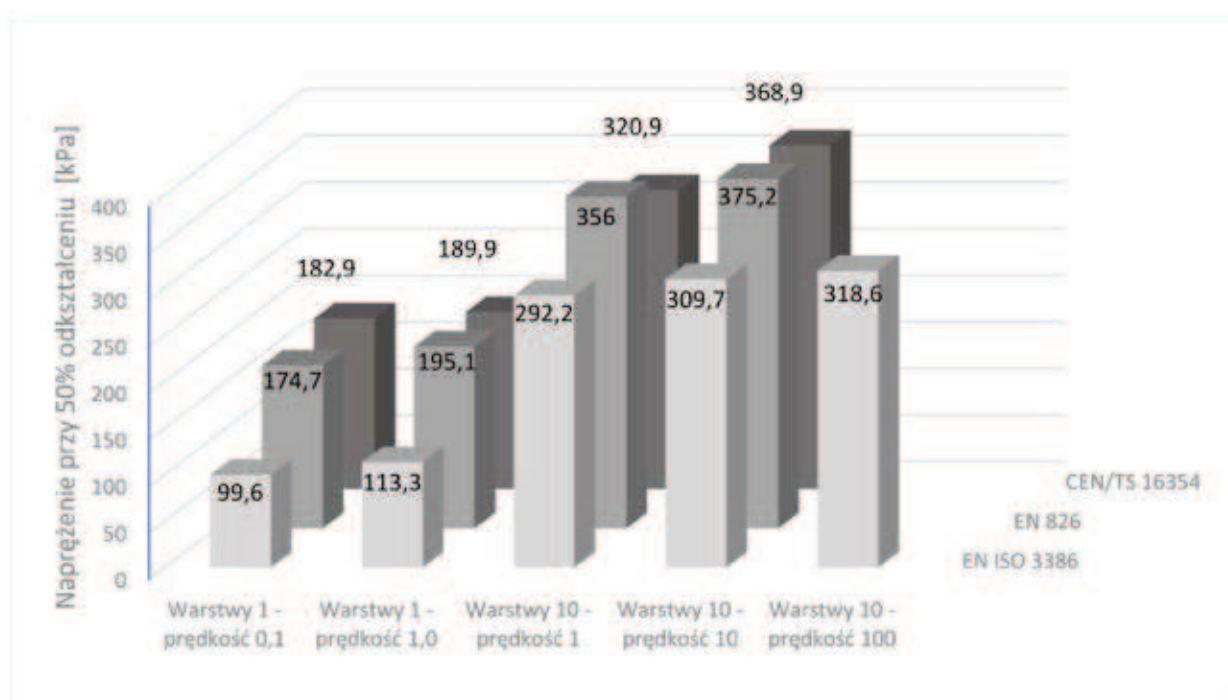
Tab. 2. Wyniki wytrzymałości na ściskanie przy 50% odkształceniu**Tab. 2. Results of compressive strength at 50% strain tests**

	Nr1	Nr2	Nr3	Nr4	Nr5	Nr6	Nr7	Nr8	Nr9	Nr10	Nr11	Nr12	Nr13
Pomiar 1 [kPa]	105,8	120,3	312,5	317,7	311,4	176,4	187,7	357,5	369,5	211,7	190,3	319,2	362,0
Pomiar 2 [kPa]	97,2	103,1	282,6	297,3	322,8	168,1	199,5	359,0	396,7	167,8	185,8	313,8	376,0
Pomiar 3 [kPa]	95,9	111,5	281,5	314,2	321,5	179,6	198,1	351,5	359,5	169,3	193,7	329,8	368,8
Średnia [kPa]	99,6	113,3	292,2	309,7	318,6	174,7	195,1	356,0	375,2	182,9	189,9	320,9	368,9
Odchylenie standardowe [kPa]	5,4	6,3	17,6	10,9	6,2	5,9	6,4	4,0	19,3	24,9	4,0	8,1	7,0
Współczynnik zmienności [%]	5,4	5,6	6,0	3,5	2,0	3,4	3,3	1,1	5,1	13,6	2,1	2,5	1,9

grubości na minutę, uzyskano nieznacznie niższe wyniki pomiarów, kolejno o 12%, 10%, 4% dla próbek w postaci 1 warstwy pianki oraz 6%, 5%, 13% dla 10 warstw w porównaniu do badania z prędkością stanowiącą 1/1 grubości na minutę. Związane jest to z relaksacją naprężeń polietylenu. W przypadku spienionego LDPE największy spadek naprężenia następuje w pierwszych minutach od ściśnięcia. Różnica między próbką nr 5 i 4 wynosi niecałe 3% przy dziesięciokrotnym zwiększeniu prędkości badania, stąd można wnioskować że zwiększając ją nie wpływa się znacząco na wynik. W przypadku budowy stanowiska wg normy EN 826 oraz CEN/TS 16354 odstąpiono od badań z prędkością 100 mm/min ze względu na niewystarczającą ilość materiału do badań.

poszczególnymi wariantami badania kształtowała się na poziomie 150%. W pozostałych dwóch przypadkach wynik był wyższy o 83% oraz 68%. Drastyczna różnica wynika z nieproporcjonalnego odkształcania się komórek w zależności od położenia. Komórki, które leżą bliżej powierzchni górnej bądź dolnej odkształcają się bardziej niż komórki leżące w głębi pianki. Przy większej ilości warstw efekt ten może być pomijany lecz przy jednowarstwowej próbce, gdzie są tylko 3 rzędy komórek efekt ten znacząco wpływa na wynik badania.

W przypadku rodzaju stanowiska zgodnego z normą EN ISO 3386-1 dla tych samych konfiguracji każdorazowo uzyskano niższe wyniki, niż w przypadku stanowiska zgodnego z normą EN 826. Wyniki były niższe o 43%, 42% dla po-



Rys. 2. Porównanie średniej z uwzględnieniem prędkości badania, ilości warstw oraz rodzaju stanowiska

Fig. 2. Comparison of the mean including test speed, number of layers and type of test stand

Przeprowadzając badanie przy użyciu większej ilości warstw uzyskano znacznie wyższe wyniki niż w przypadku badania jednej warstwy pianki. W skrajnym przypadku przy tej samej prędkości odkształcenia, różnica pomiędzy

jedynczej warstwy oraz 18% i 17% dla 10 warstw. Przypuszcza się, że tak znaczna różnica spowodowana jest otworami w płycie nośnej, gdyż próbka ma mniejszy kontakt z powierzchnią i penetruje nieciągłości powierzchni ściskających.

Natomiast badając próbkę o większej powierzchni (CEN/TS 16354) w porównaniu do próbek o tej samej powierzchni (EN 826) co płyta najazdowa uzyskano zbliżone wyniki.

5. PODSUMOWANIE

Prędkość odkształcania, ilość warstw, wymiary próbki a także rodzaj stanowiska – płyta najazdowa i nośna - mają wpływ na wynik pomiarów. Rodzaj stanowiska, w którym płyta nośna jest wyposażona w otwory odprowadzające wpływa na zaniżenie wyników pomiarów w stosunku do płyty bez otworów, natomiast stosowanie próbek o większej powierzchni niż powierzchnia płyty najazdowej uzyskuje się zbliżone wyniki niż w przypadku powierzchni próbki o tych samych rozmiarach, co rozmiary płyty. Badając próbkę z niższą prędkością uzyskuje się niższe wyniki niż w przypadku wyższych prędkości najazdowych. Zwiększanie ilości warstw wpływa na zawyżanie wyników w stosunku do badania jednej warstwy próbki. W zależności od wybranej normy oraz ustawienia parametrów badania różnica w wynikach była nawet trzykrotna.

Do oceny wytrzymałości na ściskanie mat z pianki polietylenowej zastosowanie normy EN 826 wydaje się właściwe. Najodpowiedniejsze parametry badania to te, które są najbardziej

zbliżone do rzeczywistych warunków eksploatacji materiału, czyli: testowana jedna warstwa, prędkość odkształcania nie mniejsza niż 1mm/min oraz wymiary próbki nie większe od wymiarów płyty najazdowej.

BIBLIOGRAFIA

1. U.S. Patent No. 5,968,630; *Laminate film-foam flooring composition*
2. W. Mroczek, *Izolacja termiczna i folia przeciwwilgociowa w wodnym ogrzewaniu podłogowym*, Instal Reporter, 2014 (07) str.29-30
3. A.J. Werner-Juszczuk, *Izolacja cieplna ogrzewania podłogowego usytuowanego w podłodze na gruncie*, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, 2018 (49/1)str.10-14
4. PN-EN ISO 291:2010 *Tworzywa sztuczne - Znormalizowane warunki klimatyczne kondycjonowania i badania*
5. PN-EN 16069+A1 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie -- Wyroby z pianki polietylenowej (PEF) produkowane fabrycznie -- Specyfikacja*
6. PN-EN ISO 3386-1:2000 *Elastyczne tworzywa sztuczne porowate - Oznaczanie charakterystyki naprężenie-odkształcenie przy ściskaniu - Materiały małej gęstości*
7. PN-EN 826:2013-07 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie - Określanie zachowania przy ściskaniu*
8. CEN/TS 16354:2013 *Laminate floor coverings - Underlays - Specification, requirements and test methods*
9. PN-EN 12431:2013-07 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie -- Określanie grubości wyrobów do izolacji podłóg pływających*
10. PN-EN 1602:2013-07 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie -- Określanie gęstości pozornej*