



Łukasiewicz
Instytut Ceramiki
i Materiałów
Budowlanych

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
31-983 Kraków, ul. Cementowa 8 JEDNOSTKA NOTYFIKOWANA UE NR 1487

CENTRUM SZKŁA I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

30-702 Kraków, ul. Lipowa 3 www.lcimb.lukasiewicz.gov.pl
tel.: 12 423 67 77 Info.krakow@lcimb.lukasiewicz.gov.pl

GRUPA BADAWCZA SZKŁO

tel.: 12 257 12 00 magda.kosmal@lcimb.lukasiewicz.gov.pl



AB 054

**SPRAWOZDANIE NR 026.W.22.N
Z OCENY WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH
SZYB ZESPOLONYCH**

Zleceniodawca: **Szkloland Sp. z o.o.**
(nazwa, adres) 11-041 Olsztyn, Gutkowo 52B
zamówienie) / 3L0122T2 pismo zlecające z dnia 24.06.2022 r./

Data otrzymania próbek: 12.08.2022
Data rozpoczęcia badania: 12.08.2022
Data zakończenia badania: 30.03.2023

Wykonujący badanie: mgr inż. Joanna Rybicka-Łada
dr inż. Anna Kuśnierz
mgr inż. Sławomir Pabian

Oceniający właściwości użytkowe: dr inż. Magda Kosmal

Rozdzielnik:
1 egz. Zleceniodawca
1 egz. Grupa Badawcza Szkło

Lider Grupy Badawczej
Szkło

dr inż. Magda Kosmal

Kraków, dnia 30.03.2023 r.

1. Opis i identyfikacja przedmiotu badań

Przedmiotem badań były szyby zespolone dostarczone przez firmę Szkłoland Sp. z o.o. z Olsztyna.

Zleceniodawca dostarczył próbki szyb zespolonych w dniu 18.08.2022 r.

Próbki szyb zespolonych nie były oznakowane przez producenta w sposób trwały.

Do celów badawczych próbki oznaczono symbolem 026.W.22.N/numery kolejne nadano próbkom po wykonaniu badania temperatury punktu rosy. W dalszej treści sprawozdania, dla ułatwienia pomija się fragment oznaczenia odpowiadający numerowi sprawozdania.

Zleceniodawca Szkłoland Sp. z o.o. przekazał do badań:

- 25 próbek szyb zespolonych jednokomorowych o wymiarach (352 ± 2) mm x (502 ± 2) mm i budowie 4/12/4, którym nadano numery 1÷25.

W tabeli poniżej umieszczono informacje, wg oświadczenia producenta, na temat przesłanych próbek oraz materiałów zastosowanych przy ich produkcji:

Producent:	<i>Szkłoland Sp. z o.o., Gutkowo 52B, 11-041 Olsztyn</i>
Zakład produkcyjny:	<i>Szkłoland Sp. z o.o., Gutkowo 52B, 11-041 Olsztyn</i>
Nazwa produktu:	<i>Szyba zespolona</i>
Data produkcji:	<i>07.07.2022</i>
Temperatura w trakcie produkcji	<i>23 °C</i>
Ciśnienie w trakcie produkcji	<i>1012hPa</i>
Wymiary zewnętrzne:	<i>502x352</i>
Grubość całkowita:	<i>20mm</i>
Konstrukcja:	<i>Szkło Float 4mm/12/Szkło Float 4mm</i>
Ramka dystansowa:	<i>Listwa aluminiowa 12mm butylowana</i>
Materiał ramki dystansowej:	<i>Aluminium</i>
Konstrukcja naroża:	<i>Okucie naroży</i>
Łącznik naroży:	<i>Nie podano</i>
Łącznik liniowy:	<i>Nie dotyczy</i>
Środek osuszający:	<i>Sito molekularne NANOMOL TDS</i>
Rodzaj środka osuszającego:	<i>NANOMOL TDS</i>
Standardowa zdolność adsorbowania wilgoci (T_c)	<i>>24% (23°C, %50 RH, 30 dni)</i>

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.
4. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

Ilość środka osuszającego:	<i>4 boki</i>
Uszczelnienie zewnętrzne:	<i>IGK 311 Uszczelniacz wielosiarczkowy</i>
Rodzaj polimeru:	<i>Hot melt Butyl</i>
Średnia głębokość uszczelnienia na tylnej ścianie ramki dystansowej (u)	<i>2mm</i>
Średnia głębokość uszczelnienia na powierzchni szkła (s)	<i>5mm</i>
Uszczelnienie wewnętrzne:	<i>Emcepren 80 IG</i>
Rodzaj polimeru:	<i>Butyl</i>
Średnia szerokość uszczelnienia (r):	<i>12mm</i>
Masa uszczelnienia wewnętrznego/długość i bok (R)	<i>2,5 g/m</i>
Powłoka:	<i>Brak</i>
Usunięcie powłoki przy obrzeżach:	<i>Nie</i>
Wypełnienie gazem:	<i>Argon</i>
Nominalna koncentracja gazu:	<i>90 %</i>
Zamykanie otworów do napełniania gazem:	<i>(Czopiki/korki)</i>
Cechy szczególne:	<i>Nie dotyczy</i>

2. Przebieg badań

2.1. Zakres badań

Zakres badań obejmował:

- pomiar temperatury punktu rosy
- badania klimatyczne
- pomiar początkowej i końcowej zawartości wilgoci
- pomiar stopnia wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej,
- pomiar szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej,
- określenie wartości współczynnika przenikania ciepła "U" szyb zespolonych metodą obliczeniową.
- pomiar wybranych wymiarów pakietu szybowego

2.2 Metodyka badań

2.2.1. Pomiar temperatury punktu rosy

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wystąpienia Sprawozdania z Badań.
4. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

Pomiar temperatury punktu rosy przeprowadzono zgodnie z metodyką zawartą w PN-EN 1279-6:2018 Załącznik K.

Po klimatyzowaniu w standardowych warunkach laboratoryjnych: temperatura otoczenia (23 ± 2) °C i wilgotność względna (50 ± 5)%, wykonano pomiar temperatury punktu rosy na 15-tu próbkach stanowiących zestaw do badań.

Pomiar przeprowadzono przy zastosowaniu urządzenia wykonanego wg rys. A.1 PN-EN 1279-2:2002 przez Instytut Szkła i Ceramiki Oddz. Zamiejscowy w Krakowie.

Uszeregowano próbki w kolejności wartości temperatury punktu rosy, przyjmując szybę o najwyższej wartości jako 1, a szybę o najniższej wartości jako 15. Temperatury punktu rosy niższe niż -60 °C traktowano jako -60 °C, a szyby o wartości punktu rosy poniżej -60 °C ponumerowano losowo.

Do dalszych badań wybrano szyby zespolone wg poniższej tabeli 1:

Tabela 1. Klasyfikacja próbek do badań

1,2,3 i 4	Pomiar początkowej zawartości wilgoci środka osuszającego (T_i)
5,6,7,8 i 9	Badanie klimatyczne i pomiar końcowej zawartości wilgoci w środku osuszającym (T_r)
10,11,12 i 13	Próbki zapasowe do badań klimatycznych i pomiaru końcowej zawartości wilgoci w środku osuszającym (T_r)
14 i 15	Rezerwa do ew. pomiaru normalnej zdolności adsorbowania wilgoci przez środek osuszający (T_c); w miarę potrzeby

2.2.2. Pomiar początkowej i końcowej zawartości wilgoci

Na czterech wybranych próbkach zmierzono początkową zawartość wilgoci (T_i) w środku osuszającym. Pomiar przeprowadzono metodą wagową. Z każdej próbki pobrano określoną ilość środka osuszającego, umieszczono w naczyniu i zważono przy użyciu wagi RADWAG AS 220 R2, której dokładność wynosi 0,0001g. Następnie naczynie ze środkiem osuszającym umieszczono w piecu. Piec rozgrzano od temperatury pokojowej do 540°C w ciągu (60 ± 20) min. Temperaturę (540 ± 10)°C utrzymano przez 3h. Po wyjęciu z pieca naczynie ze środkiem osuszającym umieszczono w ekzykatorze i przetrzymywano przez 60 min. Ponowne zważenie pozwoliło na obliczenie początkowej zawartości wilgoci w środku osuszającym.

Badanie klimatyczne w wysokiej wilgotności i temperaturze składało się z dwóch części; pierwsza to 56 cykli 12h w temperaturze od (-18 ± 2) °C do (53 ± 1) °C ze spadkiem 14°C/h, a druga to siedem tygodni przetrzymywania próbek w stałej temperaturze (58 ± 1)°C i wilgotności względnej $\geq 95\%$.

Po zakończeniu testu klimatycznego, przed pomiarem końcowej zawartości wilgoci, przechowywano szyby w standardowych warunkach laboratoryjnych. Taką samą metodą jak początkową sprawdzono końcową zawartość wilgoci (T_r) na pięciu innych wybranych próbkach,

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.
4. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

które poddano badaniu klimatycznemu, a następnie obliczono dla każdej z nich wskaźnik przenikania wilgoci I.

Ostatecznie na podstawie otrzymanych wyników, obliczono wg wzoru średni wskaźnik przenikania wilgoci I_{av} :

$$I_{av} = \sum_{n=1}^5 \frac{I_n}{5}$$

2.2.3. Pomiar stopnia wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej

Oznaczenie zawartości argonu w przestrzeni międzyszybowej wykonano zgodnie z PB-BF-07 wyd. 10 z dnia 20.07.2022 r. pt. "Oznaczenie zawartości gazów w szybach zespolonych metodą chromatograficzną".

Pomiar dokonano przy użyciu chromatografu gazowego GC-2030 Nexis firmy Shimadzu. Strzykawką chromatograficzną pobrano próbkę gazu z przestrzeni międzyszybowej badanych szyb.

Pobraną próbkę gazu /mieszanina argonu i składników powietrza/ wprowadzono na kolumnę rozdzielczą chromatografu gazowego. W wyniku analizy otrzymano chromatogram z pikami pochodzącymi od poszczególnych składników gazowych. Pola powierzchni pików przeliczane są na zawartość procentową poszczególnych gazów. Pomiarom poddano próbki o numerach 16, 17, 20, 21.

2.2.4. Pomiar szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej

Pomiar szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej wykonano zgodnie z PN-EN 1279-3: 2018 „Długotrwała metoda i wymagania dotyczące szybkości ubytku gazu oraz tolerancja koncentracji gazu” oraz PB-BF-07 wyd. 8 z dnia 20.05.2019 r. pt. „Oznaczenie strat gazu specjalnego z przestrzeni międzyszybowej szyb zespolonych metodą chromatograficzną”, przy użyciu chromatografu gazowego typu GC-17A firmy Shimadzu. Pomiarom poddano próbki o numerach 20, 21. Próbki nr 18,19 poddawane są cykлом klimatycznym, na wypadek uszkodzenia próbek przeznaczonych do badań. Próbki po zakończeniu badań zostały zniszczone.

2.2.5. Określenie współczynnika "U" metodą obliczeniową

Obliczenia wykonano przy użyciu programu obliczeniowego opracowanego na podstawie normy PN-EN 673: 2011 "Szkło w budownictwie. Określenie współczynnika przenikania ciepła "U". Metoda obliczeniowa".

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.
4. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

3. Wyniki badań**3.1. Punkt rosy**

Wszystkie przebadane próbki, w ilości 15 sztuk, wykazały wartość punktu rosy poniżej $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
W związku z tym numery nadano im losowo.

3.2. Wskaźnik przenikania wilgoci

Początkową zawartość wilgoci zmierzono na próbkach: 1,2,3 i 4. Wartości T_i dla poszczególnych próbek wynoszą:

$$T_{i1} = 1,5\% \pm 0,3\%$$

$$T_{i2} = 1,6\% \pm 0,3\%$$

$$T_{i3} = 1,5\% \pm 0,3\%$$

$$T_{i4} = 1,5\% \pm 0,3\%$$

Średnia początkowa zawartość wilgoci

$$T_{i,av} = 1,5\% \pm 0,6\%$$

Kończącą zawartość wilgoci zmierzono na próbkach o numerach 5,6,7,8 i 9, poddanych testom klimatycznym.

Wartości T_f obliczone dla poszczególnych próbek wynoszą:

$$T_{f5} = 5,0\% \pm 0,3\%$$

$$T_{f6} = 4,9\% \pm 0,3\%$$

$$T_{f7} = 5,1\% \pm 0,3\%$$

$$T_{f8} = 5,1\% \pm 0,3\%$$

$$T_{f9} = 5,0\% \pm 0,3\%$$

Wskaźniki przenikania wilgoci I obliczone dla każdej z pięciu próbek poddanej testowi klimatycznemu wynoszą:

$$I_5 = 15,7\% \pm 0,7\%$$

$$I_6 = 14,9\% \pm 0,7\%$$

$$I_7 = 16,0\% \pm 0,7\%$$

$$I_8 = 16,0\% \pm 0,7\%$$

$$I_9 = 15,7\% \pm 0,7\%$$

Najwyższa wartości wskaźnika przenikania wilgoci wystąpiła w szybie zespolonej nr 7 i 8 i nie była wyższa niż graniczna wartość 25%.

Średni wskaźnik przenikania wilgoci I_{av} wynosi $15,7\% \pm 1,5\%$ i nie jest większy niż graniczna wartość 20%.

Podane wartości niepewności (nie uwzględniają etapu pobierania próbek) stanowią niepewności rozszerzone przy poziomie ufności 95% i współczynniku rozszerzenia $k = 2$.

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.
4. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

3.3. Pomiar stopnia wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej

Wyniki badania zawartość argonu w przestrzeni międzyszybowej przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Stopień wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej badanych szyb zespolonych

Nr próbki	Pobór gazu do badań	Stopień wypełnienia argonem [%]	Niepewność pomiaru [%]
16 17	Próbki przed badaniami	94 95	± 2 ± 2
20 21	Próbka po pomiarze ubytku gazu	96 98	± 2 ± 2

Podana niepewność (nie uwzględniająca etapu pobierania próbek) jest niepewnością rozszerzoną U obliczoną z zastosowaniem współczynnika rozszerzenia $k = 2$ na poziomie ufności 95%, wynoszącą 2% wyniku.

3.4. Badanie szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyb zespolonych

Wyniki badania szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyb zespolonych przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki badania szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej

Nr próbki	Szybkość ubytku gazu L_i [%/a]	Niepewność pomiaru [%/a]
20	0,18	± 0,01
21	0,18	± 0,01

Podana niepewność (nie uwzględniająca etapu pobierania próbek) jest niepewnością rozszerzoną U obliczoną z zastosowaniem współczynnika rozszerzenia $k = 2$ na poziomie ufności 95%, wynoszącą $\pm 5,06$ % wyniku.

Analiza wyników badań pozwala stwierdzić, że:

- końcowy stopień wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej badanych szyb zespolonych spełnia warunek:

$c_i = c_{i0}$ (+10% do -5 %) gdzie: c_{i0} – jest wartością nominalną,

c_i – koncentracja gazu

- szybkość ubytku gazu spełnia warunek $L_i < 1,00$ w % a⁻¹.

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.
4. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

3.5. Określenie współczynnika "U" metodą obliczeniową

Dane: zawartość argonu w przestrzeni międzyszybowej – 90 %.

Wartość emisyjności skorygowanej szkła Float $\varepsilon = 0,837$ przyjęto zgodnie z normą PN-EN 673:2011.

Korzystając z powyższych danych, wykonano obliczenia dla szyb o budowie:

4 Float/12 Ar/4 Float

uzyskano wartość współczynnika przenikania ciepła $U = (2,7 \pm 0,1) \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podana niepewność (nie uwzględnia etapu pobierania próbek) jest niepewnością rozszerzoną przy współczynniku rozszerzenia $k=2$ na poziomie ufności 95 % i wynosi $\pm 3,6 \%$ wyniku.

3.6. Wymiary pakietu szybowego

W tabeli nr 4 podano zmierzone wymiary pakietu szybowego

Tabela 4 Zestawienie zmierzonych wybranych wymiarów pakietu szybowego

Średnia głębokość uszczelnienia w tylnej ścianie ramki dystansowej (u):	4,8 mm
Średnia głębokość uszczelnienia na powierzchni szkła (s):	5,6 mm
Średnia szerokość uszczelnienia (r):	4,9 mm
Średnia grubość pakietu (d):	19,8 mm

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.
4. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

Grupa Badawcza Szkło

**Sprawozdanie Nr 026.W.22.N
Z Oceny właściwości użytkowych****4. Ocena właściwości użytkowych****Wyrób – izolacyjne szyby zespolone wyprodukowane przez firmę****Szkloland Sp. z o.o. z Olsztyna posiadają właściwości izolacyjnych szyb zespolonych zgodnie z EN 1279-5:2018.****Współczynnik przenikania ciepła „U” izolacyjnych szyb zespolonych o budowie:****4 Float/12 Ar/4 Float****wynosi 2,7 W/m²K – zgodnie z normą PN-EN 673:2011.**Z-ca Lidera Grupy Badawczej
Szkło*Rybička - Łada*
mgr inż. Joanna Rybička-Łada.....
*/podpis osoby sporządzającej
sprawozdanie/*Lider Grupy Badawczej
Szkło*M. Kosmał*
dr inż. Magda Kosmał.....
*/podpis osoby dokonującej
oceny właściwości
użytkowych/*Z-ca Lidera Grupy Badawczej
Szkło*Rybička - Łada*
mgr inż. Joanna Rybička-Łada.....
*/podpis osoby autoryzującej
sprawozdanie/***Zastrzeżenia:**

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Grupy Badawczej Szkło Sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.
3. Termin zgłaszania skarg nie może przekraczać 1 miesiąca od daty wysłania Sprawozdania z Badań.
4. Stwierdzenie(-a) zgodności ze specyfikacją (lub wymaganiami) jest (są) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.