



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

ODDZIAŁ SZKŁA I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH W KRAKOWIE

30-702 Kraków, ul. Lipowa 3
tel.: 12 423 67 77

www.icimb.pl/krakow
info_krakow@icimb.pl

ZAKŁAD TECHNOLOGII SZKŁA

tel.: 12 257 12 00

m.kosmal@icimb.pl



AB 054

SPRAWOZDANIE NR 014.W.20.N Z OCENY WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH SZYB ZESPOLONYCH

Zleceniodawca: **Szkłoland Sp. z o.o.**
(nazwa, adres, zamówienie) 11-041 Olsztyn, Gutkowo 52B
/3L074T20 pismo zlecające z dnia 21.05.2020 r./

Data otrzymania próbek: 19.06.2020 r.
Data rozpoczęcia badania: 19.06.2020 r.
Data zakończenia badania: 29.01.2021 r.

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

Oceniający właściwości użytkowe: mgr inż. Iwona Kozubek

Rozdzielnik:
1 egz. Zleceniodawca
1 egz. Zakład Technologii Szkła

Kierownik Zakładu
Technologii Szkła
dr inż. Magda Kosmal

Kraków, dnia 03.02.2021 r.

1. Opis i identyfikacja przedmiotu badań

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

Zleceniodawca dostarczył próbki szyb zespolonych w dniu 19.06.2020 r.

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

Do celów badawczych próbki oznaczono symbolem 014.W.20.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 **Szkloland 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>Szkloland Sp. z o.o., Gutkowo 52B, 11-041 Olsztyn</i>
Zakład produkcyjny:	<i>Szkloland Sp. z o.o., Gutkowo 52B, 11-041 Olsztyn</i>
Nazwa produktu:	<i>Szyba zespolona</i>
Data produkcji:	<i>16.06.2020</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>Szko Float 4mm/12/Szko Niskoemisyjne Tec 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>Narożnik 12mm aluminiowy sztywny</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>
Ilość środka osuszającego:	<i>- 4 boki</i>

Zastrzeżenia:

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

Uszczelnienie zewnętrzne:	<i>IGK 311 Uszczelniacz wielosiarczkowy</i>
Rodzaj polimeru:	<i>Tiokol</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>Szko float niskoemisyjne 4mm TEC 10</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
- pomiar początkowej i końcowej zawartości wilgoci
- pomiar szybkości ubytku gazu z przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej,
- określenie wartości współczynnika przenikania ciepła "U" szyb zespolonych metodą obliczeniową.

2.2. Metody badań

2.2.1. Pomiar temperatury punktu rosy

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.

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Zakładu Technologii Szkła 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.

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 $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ traktowano jako $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, a szyby o wartości punktu rosy poniżej $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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_f)
10,11,12 i 13	Próbki zapasowe do badań klimatycznych i pomiaru końcowej zawartości wilgoci w środku osuszającym (T_f)
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 $0,0001\text{g}$. Następnie naczynie ze środkiem osuszającym umieszczono w piecu. Piec rozgrzano od temperatury pokojowej do $540\text{ }^{\circ}\text{C}$ w ciągu (60 ± 20) min. Temperaturę $(540 \pm 10)\text{ }^{\circ}\text{C}$ utrzymano przez 3h. Po wyjęciu z pieca naczynie ze środkiem osuszającym umieszczono w eksykatorze 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 $(-18 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $(53 \pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ze spadkiem $14\text{ }^{\circ}\text{C/h}$, a druga to siedem tygodni przetrzymywania próbek w stałej temperaturze $(58 \pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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_f) na pięciu innych wybranych próbkach, 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} :

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

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Zakładu Technologii Szklą 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.

2.2.3. Pomiar stopnia wypełnienia argonem przestrzeni międzyszybowej szyby zespolonej

Oznaczenie zawartości argonu w przestrzeni międzyszybowej wykonano zgodnie z PB-BF-07 wyd. 8 z dnia 20.05.2019 r. pt. "Oznaczanie zawartości gazów w szybach zespolonych metodą chromatograficzną".

Pomiar dokonano przy użyciu chromatografu gazowego typu GC-17A 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. „Oznaczanie 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 Zakładu Technologii Szklanej 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°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:

$$T_{i1} = 2,0 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{i2} = 2,0 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{i3} = 1,8 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{i4} = 2,3 \% \pm 0,3 \%$$

Średnia początkowa zawartość wilgoci

$$T_{i,av} = 2,0 \% \pm 0,6 \%$$

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

Wartości T_f obliczone dla poszczególnych próbek wynoszą:

$$T_{f5} = 5,1 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f6} = 5,6 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f7} = 5,7 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f8} = 5,7 \% \pm 0,3 \%$$

$$T_{f9} = 5,8 \% \pm 0,3 \%$$

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

$$I_5 = 14,1 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_6 = 16,4 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_7 = 16,8 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_8 = 16,8 \% \pm 0,7 \%$$

$$I_9 = 17,3 \% \pm 0,7 \%$$

Najwyższa wartości wskaźnika przenikania wilgoci wystąpiła w szybie zespolonej nr 9 i nie była wyższa niż graniczna wartość 25%.

Średni wskaźnik przenikania wilgoci I_{av} wynosi $16,3 \% \pm 1,5 \%$ i nie jest większy niż graniczna wartość 20%.

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

Zastrzeżenia:

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Zakładu Technologii Szkła 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	95 94	± 2 ± 2
20 21	Próbka po pomiarze ubytku gazu	87 87	± 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	0,19	± 0,01
21	0,30	± 0,02

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 Zakładu Technologii Szkła 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 (sa) oparte na poziomie ufności 95 % dla niepewności rozszerzonej wyników pomiarów, na których oparto decyzję dotyczącą zgodności. Niepewność nie obejmuje etapu pobierania próbek.

Zakład Technologii Szkła

**Sprawozdanie Nr 014.W.20.N
z Oceny właściwości użytkowych****3.5. Określenie współczynnika "U" metodą obliczeniową**Dane: emisyjność skorygowana szkła powlekanego ($\epsilon = 0,142$);

zawartość argonu w przestrzeni międzyszybowej – 90 %.

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

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

4 Float/12 Ar/4 Tec 10uzyskano wartość współczynnika przenikania ciepła **$U = (1,6 \pm 0,0) \text{ W/m}^2\text{K}$** .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.**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 Tec 10****wynosi $1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ – zgodnie z normą PN-EN 673:2011.**/podpis osoby sporządzającej
sprawozdanie//podpis osoby dokonującej oceny
właściwości użytkowych/Kierownik Zakładu
Technologii Szkła

dr inż. Magda Kosmal/podpis osoby autoryzującej
sprawozdanie/**Zastrzeżenia:**

1. Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
2. Bez pisemnej zgody Zakładu Technologii Szkła 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.