

Wpływ jakości wykonania szyb zespolonych na zachowanie ich parametrów użytkowych

MGR INŻ. ANNA BALON-WRÓBEL, MGR INŻ. AGNIESZKA MARCZEWSKA

INSTYTUT CERAMIKI I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH, ODDZIAŁ SZKŁA I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH W KRAKOWIE

Szyby zespolone od dłuższego czasu stanowią atrakcyjny wyrób budowlany. Są wykorzystywane w domach jednorodzinnych, blokach, halach sportowych i widowiskowych oraz w szkleniu strukturalnym. Tak szerokie zastosowanie zawdzięczają właściwościom, tj. izolacyjności cieplnej i izolacyjności akustycznej. Izolacyjność cieplną rozumieć trzeba jako możliwość zabezpieczenia pomieszczeń przed nadmierną utratą ciepła w zimie, a drugiej strony jako ochronę przed zbyt dużym ich nagrzewaniem w lecie. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu w szybach zespolonych szkła, stanowiących barierę zatrzymującą ciepło bądź promieniowanie słoneczne. Izolacyjność akustyczna zapewnia ochronę przed hałasem, znacząco podnosząc komfort przebywania wewnątrz pomieszczeń. Wysoka jakość szyb zespolonych jest czynnikiem decydującym o szerokim zastosowaniu tego wyrobu.

SZYBA ZESPOLONA I JEJ WŁAŚCIWOŚCI

Izolacyjna szyba zespolona stanowi zespół składający się co najmniej z dwóch tafli szkła, oddzielonych jedną lub kilkoma ramkami dystansowymi, hermetycznie uszczelnionymi wzdłuż obrysu, mechanicznie stabilnymi i trwałe [PN-EN 1279-1:2004] [1]. Obecnie produkowane szyby zespolone to wyroby budowlane wytwarzane na bazie nowoczesnych szkła z powłokami charakteryzującymi się wieloma funkcjami użytkowymi. Izolacyjność cieplna i akustyczna to dwie najważniejsze właściwości determinujące przydatność szyb zespolonych w budownictwie.

Izolacyjność cieplna szyb zespolonych charakteryzowana jest współczynnikiem przenikania ciepła U. Jest ona tym lepsza im wartość tego parametru jest niższa. Izolacyjność cieplna zależy w głównej mierze od rodzaju zastosowanego szkła, od ilości i rodzaju medium gazowego oraz szerokości przestrzeni międzyszybowych. Obecnie w szybach zespolonych oprócz szkła float najczęściej stosowane jest tzw. szkło niskoemisyjne oraz szkło refleksyjne.

Szkło niskoemisyjne charakteryzuje się zdolnością do odbijania promieniowania cieplnego oraz umożliwieniem przenikania do pomieszczenia promieniowania słonecznego. Długofalowe promieniowanie cieplne emitowane m.in. przez urządzenia grzejne, jest odbijane od szkła niskoemisyjnego, a co za tym idzie – pozostaje w pomieszczeniu. Krótkofalowe promieniowanie słoneczne przedostaje się przez powłokę do budynku, gdzie zostaje pochłonięte przez powierzchnię budynku i wypromieniowane do pomieszczenia w postaci promieniowania długofalowego, które odbijane jest przez powłokę z powrotem do wnętrza pomieszczenia.

SŁOWA KLUCZOWE

szyby zespolone, właściwość, badania, izolacyjność cieplna, izolacyjność akustyczna

KEYWORDS

insulating glass units, property, research, thermal insulation, acoustic insulation

Anna Balon-Wróbel



Asystent w Instytucie Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Oddziale Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie, zastępca kierownika Zakładu Technologii Szkła. Zajmuje się badaniami wyrobów ze szkła, głównie

szyb zespolonych oraz badaniami szczelii konstrukcyjnych.

a.wrobel@icimb.pl

STRESZCZENIE

Budownictwo pasywne wymaga zastosowania energooszczędnych wyrobów budowlanych. Dążenie do osiągnięcia wysokiej izolacyjności cieplnej przegród przezroczystych w budynkach znajduje odzwierciedlenie w produkcji szyb zespolonych stosowanych w tych przegrodach. Ważne jest, aby szyby zamontowane w obiekcie (oknie) były wysokiej jakości, gdyż tylko wtedy będą mogły spełniać swoją rolę. W artykule omówiono podstawowe funkcje izolacyjnych szyb zespolonych, wymagania normatywne oraz metody ich kontroli. Przedstawiono jakość izolacyjnych szyb zespolonych oraz czynnik wpływający na uzyskanie przez te materiały najkorzystniejszych parametrów użytkowych.

SUMMARY

The impact of quality performance insulating glass units to preserve their usefull parameters

Passive construction requires the use of energy-efficient building materials. Striving to achieve high thermal insulation of buildings is reflected also in the production of insulating glass units. It is important that the glass installed in the building were of high quality because only then will be able to perform its function. The article discussed the basic functions insulating glass units, normative requirements and methods of their control. Presented quality insulating glass units and a factor in obtaining these materials good performance characteristics.

Szkło refleksyjne wykazuje właściwości do odbijania znacznej części krótkofalowego promieniowania słonecznego, dzięki czemu pomieszczenie chronione jest przed przegrzaniem.

Zastosowanie szkieł niskoemisyjnych w zespoleniu znacząco wpływa na zmniejszenie strat ciepła.

Obecnie produkowane szyby zespolone zawierają w przestrzeni międzyszybowej medium gazowe. Wprowadzenie do przestrzeni międzyszybowych – w miejsce powietrza – gazu, o niższej od powietrza przewodności cieplnej, wpływa korzystnie na izolacyjność cieplną. Wymaganiem to spełniają gazy szlachetne. Wśród nich najczęściej stosowany jest argon. Ilość gazu w przestrzeni międzyszybowej ma zasadniczy wpływ na wartość współczynnika przenikania ciepła U szyby zespolonej (tabela 1). Zawartość gazu w przestrzeni międzyszybowej powinna wynosić minimum 90% (Plaze).

Powszechnie stosowane są szyby zespolone jednokomorowe, coraz częściej jednak montowane są zespolenia wielokomorowe,

Tabela 1. Współczynnik U szyby zespolonej 4Float/16/4Thermofloat

Zawartość argonu [%]	Współczynnik U* [W/(m ² · K)]
0	1,4
70	1,2
80	1,2
90	1,1

*obliczenia własne wg PN-EN 673:2011,
ε = 0,037 (emisyjność skorygowana)

głównie dwukomorowe. Jest to spowodowane ich lepszą izolacyjnością cieplną. Zarówno w szybach zespolonych jedno- jak i dwukomorowych stosować można ramki dystansowe o różnej szerokości. Budowa szyby zespolonej w istotny sposób wpływa na wartość współczynnika przenikania ciepła U (tabela 2).

Najniższy współczynnik przenikania ciepła U o wartości 0,5 W/(m² · K) został osiągnięty dla szyby o budowie 4Thermofloat/24Ar/

Tabela 2. Wpływ budowy szyby zespolonej na wartość współczynnika U

Budowa	Współczynnik U* [W/(m ² · K)]
Szyby 1-komorowe	
4Float/12Ar/4 Thermofloat	1,3
4Float/16Ar/4Thermofloat	1,1
4Float/24Ar/4Thermofloat	1,2
Szyby 2-komorowe	
4Thermofloat/12Ar/4/12Ar/4Thermofloat	0,7
4Thermofloat/16Ar/4/16Ar/4Thermofloat	0,6
4Thermofloat/24Ar/4/24Ar/4Thermofloat	0,5

*obliczenia własne wg PN-EN 673:2011,
ε = 0,037, Argon = 90%

Tabela 3. Właściwości akustyczne szyb zespolonych z przestrzenią między szymbami wypełnioną powietrzem lub argonem (wyciąg z PN EN 12354-3:2002, W – oznacza szkło warstwowe) (Iżewska, 2005)

Grubość [mm]	Izolacyjność akustyczna właściwa [dB] w pasmach oktaowych [Hz]						R _w [dB]	C [dB]	C _r [dB]
	125	250	500	1 000	2 000	4 000			
6/(6-16)/6	20	18	28	38	34	38	31	-1	-4
6/(6-16)/10	24	24	32	37	37	44	35	-1	-3
6/(6-16)/6W	20	19	30	39	37	46	33	-2	-5
6/(6-16)/10W	24	25	33	39	40	49	37	-1	-5

R_w – ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej

C – widmowy wskaźnik adaptacyjny stosowany wg normy PN EN 717-1:1999 np. dla hałasu lotniczego

C_r – widmowy wskaźnik adaptacyjny stosowany dla hałasu ulicznego

4/24Ar/4Thermofloat.

Izolacyjność akustyczna szyb zespolonych charakteryzowana jest wskaźnikiem izolacyjności akustycznej właściwej R_{A2} (dotyczącym ochrony przed hałasem komunikacyjnym) lub R_{A1} (dotyczącym ochrony przed hałasem lotniczym), czyli parametrem, którego wartość świadczy o tym, w jakim stopniu szyba zespolona spełnia funkcję izolacyjności akustycznej (tabela 3) (Iżewska, 2005).

Izolacyjność akustyczna zależy od szeregu czynników, do których należą głównie wymiary geometryczne, grubość oraz rodzaj szyb składowych, szerokość ramki dystansowej oraz rodzaj i koncentracja gazu wypełniającego przestrzeń między szymbami oraz właściwości uszczelnienia (Iżewska, 2009).

WYMAGANIA STAWIANE SZYBOM ZESPOLONYM

Szyby zespolone spełniające wymagania określone normą [1] są wyrobem budowlanym zapewniającym zachowanie wysokich parametrów użytkowych. Głównym wymaganiem stawianym szybom zespolonym jest szczelność. Szczelność stanowi barierę dla zjawiska przenikania wilgoci do wnętrza szyb zespolonych oraz emisji gazu z przestrzeni międzyszybowych.

Przenikanie wilgoci oraz szybkość ubytku gazu to podstawowe parametry, które pozwalają stwierdzić, czy mamy do czynienia z szybą zespoloną wysokiej jakości.

W zakresie przenikania wilgoci szyby zespolone muszą spełniać poniższe wymagania [5]:

- średni wskaźnik przenikania wilgoci nie powinien przekraczać 20%,
- najwyższy wskaźnik przenikania wilgoci nie powinien przekraczać 25%.

W przypadku szyb zespolonych wypełnionych gazem szybkość ubytku gazu nie może przekroczyć 1% w skali roku [6].

KONTROLA JAKOŚCI SZYB ZESPOLONYCH

Potwierdzeniem zachowania przez szyby zespolone parametrów użytkowych jest wykonanie badań tego wyrobu. Podczas badań szyby zespolone poddawane są tzw. przyśpieszonemu starzeniu, którego celem jest sprawdzenie szczelności szyb zespolonych, a także sprawdzeniu ich izolacyjności cieplnej i akustycznej. Przyśpieszone starzenie to proces polegający na poddaniu szyb działaniu czynników klimatycznych.

Ocena przenikania wilgoci polega na poddawaniu szyb działaniu zmiennych warunków klimatycznych przez przetrzymywanie ich – początkowo przez 4 tygodnie – w temperaturze od -18°C do 53°C (ze spadkiem 14°C/h), a następnie przez 7 tygodni w stałej temperaturze 58°C i wilgotności względnej min. 95% [5].

Obserwacja możliwych zmian we właściwościach szyb pod wpływem działania określonych czynników pozwala ocenić trwałość produktu. Badanie ma na celu sprawdzenie wartości dwóch parametrów: średniego wskaźnika przenikania wilgoci oraz najwyższego wskaźnika przenikania wilgoci.

Szczelność złącza sprawdzana jest przez badanie szybkości ubytku gazu oraz tolerancji koncentracji gazu. Badanie szybkości ubytku gazu szyb zespolonych polega na pomiarze szybkości wypływu gazu w 20°C z próbki, po wystawieniu jej na działanie zmiennych warunków klimatycznych. Próbka jest przetrzymywana początkowo przez 2 tygodnie w temperaturze od -18°C do 53°C (ze spadkiem 14°C/h), a następnie przez 4 tygodnie w stałej temperaturze 58°C i wilgotności względnej min. 95%.

W celu zmierzenia szybkości wypływu gazu, badane szyby umieszcza się w gazoszczelnym

pojemniku i po ustalonym czasie mierzy się ilość gazu, który wydo-
stał się z szyby zespolonej. Po pomiarze analizuje się koncentrację
gazu w szybie i oblicza szybkość wypływu gazu [6].

Szyby zespolone poddawane są również krótkim badaniom kli-
matycznym, których celem jest sprawdzanie, czy zakładowa kontrola
efektywnie wspomaga produkcję tak, by właściwości wyrobu stale
odpowiadały warunkom technicznym i w ten sposób zapewniały ekono-
micznie uzasadnioną trwałość ich użytkowania [7]. W przypadku
tych badań współczynnik przenikania wilgoci powinien być równy lub
mniejszy niż 8,5%. Określany jest on przez przetrzymywanie próbek
w stałych warunkach klimatycznych tj. w temperaturze +58°C, przy
wilgotności względnej $\geq 95\%$ przez 3 tygodnie.

Ogólna jakość szyb zespolonych w dużym stopniu zależy od mas
uszczelniających, które powinny być objęte szczególnym nadzorem
i podlegać badaniom.

Masy uszczelniające, stosowane w produkcji szyb zespolonych,
muszą charakteryzować się następującymi właściwościami:

1. wysoką izolacyjnością i odpornością chemiczną na obecność
i działanie czynników zewnętrznych, takich jak wszelkie czynniki
agresywne pochodzące z atmosfery,
2. odpornością na promieniowanie słoneczne, a co za tym idzie –
nie mogą ulegać procesowi degradacji,
3. odpornością na różnice temperatur – muszą zachowywać właściwo-
ści mas elastycznych w zakresie różnic temperatur występujących
w danym klimacie i powodujących powstawanie naprężeń w miej-
scach styku ramek ze szkłem, a szczególnie w narożach szyb,
4. odpornością na wszelkiego rodzaju naprężenia mechaniczne,
związane z hałasem komunikacyjnym i przemysłowym (Balon-
Wróbel, Mazur, 2009).

Do badań jakim poddawane są masy uszczelniające zaliczamy mię-
dzy innymi określenie [8]:

1. wytrzymałości uszczelnionego obrzeża – adhezji szczeliwa do
szkła,
2. szybkości przepuszczania pary wodnej przez szczeliwo,
3. przepuszczalności gazu przez warstwę szczeliwa.

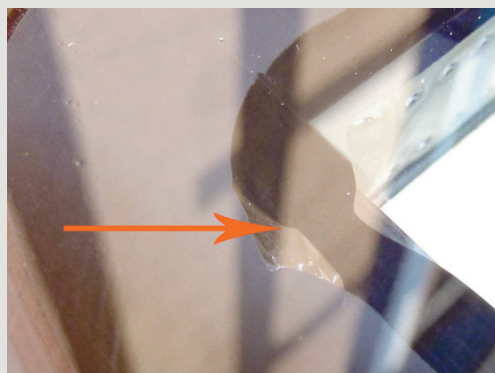
WSPÓŁCZYNNIK PRZENIKANIA CIEPŁA U

W celu określenia izolacyjności szyb zespolonych przeprowadza się
badanie współczynnika przenikania ciepła U tj. parametru charakte-
ryzującego przenikanie ciepła przez centralną część oszklenia, bez
uwzględnienia efektów brzegowych i określającego stosunek gęsto-
ści ustalonego przenikania ciepła do różnicy temperatur środowiska
z każdej strony oszklenia. Wartość współczynnika przenikania ciepła
U wyraża się w $W/(m^2 \cdot K)$ [10].

W zależności od typu zespolenia współczynnik przenikania
ciepła U ma różne wartości od 0,4 $W/(m^2 \cdot K)$ do 2,6 $W/(m^2 \cdot K)$.
Wartość tego współczynnika dla konkretnego zespolenia określa się
metodą badawczą i/lub obliczeniową.

Badanie współczynnika przenikania ciepła U polega na doświad-
czalnym określeniu oporu cieplnego badanych szyb zespolonych
oraz obliczeniu wartości współczynnika U przy wykorzystaniu wzor-
ów określonych w normach. Opór cieplny może być wyznaczony me-
todą osłoniętej płyty grzejnej, opisaną w normie PN-EN 674:2011
[10].

Współczynnik przenikania ciepła zależy od oporu cieplnego
oszklenia warstwowego i od współczynnika przejmowania ciepła z
powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej. Opór cieplny wyzna-
czany jest empirycznie na stanowisku pomiarowym typu dwupły-
towego, wyposażonym w płytę grzejną (pomiarową) o wymiarach
500 × 500 mm. Badane szyby umieszcza się parami, symetrycz-
nie z obu stron płyty grzejnej. Odbiór ciepła odbywa się przez dwie
płyty chłodzące, usytuowane od zewnętrznej strony badanych szyb.



Fot. 1. Brak ciągłości butylu.

Korzystając z danych zawartych w ww. normie, oblicza się wartość
współczynnika przenikania ciepła U.

Obliczenia wartości tego współczynnika wykonywane są przy
użyciu programu obliczeniowego, opracowanego na podstawie
normy PN-EN 673:2011 [11].

Do obliczeń wymagana jest znajomość grubości składowych tafli
szkła, wartości emisyjności w przypadku zastosowania szkła nisko-
emisyjnego, szerokości ramki dystansowej oraz rodzaju gazu i stop-
nia jego wypełnienia.

JAKOŚĆ WYKONANIA SZYB ZESPOLONYCH

Zachowanie parametrów użytkowych możliwe jest tylko wówczas,
gdy szyba zespolona jest wysokiej jakości, co oznacza że jest po-
zbawiona jakichkolwiek wad wykonania i tym samym spełnia oczeki-
wania użytkownika pod względem estetycznym oraz funkcjonalnym.

W obecnych czasach produkcja szyb zespolonych jest zaawan-
sowana technicznie, a proces produkcyjny jest praktycznie w całości
zautomatyzowany. Mimo to zdarza się, że wyrób końcowy posiada
wady, które dyskwalifikują go jako produkt pełnowartościowy. Dzieje
się tak, kiedy do produkcji zostało użyte wadliwe szkło lub występują
wady produkcyjne.

W szybach zespolonych montowane jest głównie szkło float, ther-
mofloat, hartowane oraz warstwowe. Szkło float jest szkłem bazo-
wym do produkcji szkła z powłokami, szkła hartowanego oraz szkła
warstwowego. Ważne jest, aby szkło float pozbawione było jakich-
kolwiek wad. Zgodnie z normą PN-EN 572-2:2012 [12] wady mogą
przybierać charakter wad optycznych, powodujących zniekształcenie
wyglądu przedmiotów oglądanych przez szkło, oraz wad widocznych
(punktowych i liniowych) zmieniających jakość ocenianego wi-
zualnie. Zastosowanie każdego z wyżej wymienionych szkła pociąga
ryzyko wystąpienia wad powłoki w szkłe powlekany, występowanie
pęcherzy, zmarszczek, smug lub pęknięć w szkłe warstwowym itp.
Nieprawidłowe wykonanie szyb zespolonych obniża jakość produktu,
zarówno pod względem estetycznym jak i właściwości użytkowych.

Oceniając wizualnie szyby zespolone można stwierdzić występo-
wanie następujących wad [13]:

- brak ciągłości szczeliwa zewnętrznego na ramce i narożnikach,
- brak ciągłości butylu na całym obwodzie (fot. 1),
- przecieki szczeliwa do wnętrza szyby zespolonej,
- obecność pęcherzy w szczeliwie (fot. 2),
- występowanie menisku większego niż 1 mm,
- obecność skorodowanych ramek dystansowych,
- obecność zabrudzeń w przestrzeni międzyszybowej,
- przesunięcie szyb składowych względem siebie, w szybach zespo-
lonych, zarówno jedno-, jak i dwukomorowych, a w szybach dwu-
komorowych przesunięcie skrajnych szyb (powyżej wartości do-
puszczonych przez normę),



Fot. 2. Występowanie pęcherzy w szczeliwie.

- występowanie zacieków na szybie składowej od strony wewnętrznej (ramki dystansowej) szyby zespolonej. Są to ślady po wyroszeniu, które było spowodowane brakiem szczelności zespolenia,
- obecność Pierścieni Newtona tj. zjawiska optycznego powstałego gdy dwie szyby w swoich środkach stykają się lub są bliskie zetknięcia.

PODSUMOWANIE

Ostre kryteria, jakim podlegają współczesne szyby zespolone sprawiają, iż są one poszukiwanym wyrobem budowlanym spełniającym wysokie wymagania użytkowe. Potwierdzeniem ich właściwości mogą być badania (omówione w niniejszym artykule) wykonywane przez Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie w ramach prac zleconych. Rynek materiałów budowlanych stale się rozwija i dlatego szyby zespolone ulegają zmianom prowadzącym do polepszenia właściwości użytkowych. W przeciwnym razie mogą zostać wyparte z rynku przez nowe materiały. Aby do tego nie doszło, jakość szyb musi podlegać szczególnemu nadzorowi, a ich producenci muszą doskonalić proces produkcyjny dla osiągnięcia wysokiej jakości za rozsądną cenę. Pozwoli to traktować szyby zespolone jako materiał budowlany w ekonomicznie uzasadniony sposób. Tą drogą – przez wykorzystanie szyb zespolonych – można osiągnąć, oprócz efektu estetycznego, wymierne korzyści finansowe wynikające z mniejszych

kosztów ogrzewania budynków. Oszczędność energii wpływa z kolei na poprawę stanu środowiska dzięki niższej emisji CO₂, która z reguły jest związana z procesem produkcji energii.

LITERATURA

- [1] PN-EN 1279-1:2006 PN-EN 1279-1:2006/AC – Szkło w budownictwie. Szyby zespolone izolacyjne. Część 1: Wymagania ogólne, tolerancje wymiarowe oraz zasady opisu systemu.
- [2] Plaze G. Czy istnieje różnica pomiędzy symbolami U_g (PN-EN ISO 10077) i U (PN-EN 674 i PN EN 673), stosowanymi w normach budowlanych, które określają współczynnik przenikania ciepła szyby zespolonej – www.oknoidrzwi.pl
- [3] Iżewska A. Właściwości akustyczne szyb zespolonych – „Świat Szkła” 4/2005 str. 28-31
- [4] Iżewska A. Ocena akustyczna szyb zespolonych – „Świat Szkła” 10/2009 str. 54-57
- [5] PN-EN 1279-2:2004 – Szkło w budownictwie. Szyby zespolone izolacyjne. Część 2: Długotrwała metoda badania i wymagania dotyczące przenikania wilgoci.
- [6] PN-EN 1279-3:2004 – Szkło w budownictwie. Szyby zespolone izolacyjne. Część 3: Długotrwała metoda badania i wymagania dotyczące szybkości ubytku gazu oraz tolerancje koncentracji gazu.
- [7] PN-EN 1279-6:2004 – Szkło w budownictwie. Szyby zespolone izolacyjne. Część 6: Zakładowa kontrola produkcji i badania okresowe.
- [8] Balon-Wróbel A., Mazur B. – Szyby zespolone – Atrakcyjny materiał budowlany. – Prace ISCMOIB 3/2009 str. 65–77
- [9] PN-EN 1279-4:2004 – Szkło w budownictwie. Szyby zespolone izolacyjne. Część 4: Metody badania fizycznych właściwości uszczelnień obrzeży
- [10] PN-EN 674:2011 – Szkło w budownictwie. Określenie współczynnika przenikania ciepła „U”. Metoda osłoniętej płyty grzejnej.
- [11] PN-EN 673:2011 – Szkło w budownictwie. Określenie współczynnika przenikania ciepła „U”. Metoda obliczeniowa.
- [12] PN-EN 572-2:2012 – Szkło w budownictwie. Podstawowe wyroby ze szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego – Część 2 Szkło float.
- [13] Kryteria Techniczne. Nr 20/S (wyd.1 z dn. 15.12.2010 r.) opracowane przez Zakład Certyfikacji Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie.

KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA „PRZEMYSŁ SZKLARSKI 2015” 13–15 października 2015 r., Krynica Zdrój

JEŚLI INTERESUJĄ CIĘ ZAGADNIENIA ZWIĄZANE Z:

- badaniami naukowymi środowiska naukowo-technicznego z dziedziny szkła,
- doбором surowców szklarskich do produkcji szkła,
- budową i eksploatacją nowoczesnych linii technologicznych w hutach szkła gospodarczego,
- systemami opalania pieców szklarskich,
- właściwościami użytkowymi szkielek,
- maszynami i urządzeniami dla przemysłu szklarskiego,
- recyklingiem stłuczki i utylizacji odpadów szklarskich...

...to wydarzenie jest właśnie dla Ciebie!

Organizatorzy zapraszają na konferencję kadrę zarządzającą i kadrę techniczną, specjalistów technologów z hut szkła oraz przedstawicieli przemysłu, uczelni i ośrodków pracujących na potrzeby przemysłu szklarskiego.

JAK SIĘ ZGŁOSIĆ?

Skontaktuj się z nami:
www.not.katowice.pl
 tel./faks 32 256 48 89
 e-mail: not@not.katowice.pl

Organizatorzy: Śląska Rada Naczelnej Organizacji Technicznej FSNT w Katowicach, Ogólnopolska Sekcja Przemysłu Szklarskiego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie oraz Związek Pracodawców „Polskie Szkło” w Warszawie wraz z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie Wydziałem Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

ZAPRASZAMY!