Nowy termin FENSTERBAU FRONTALE: 16-19.06.2020 r., Norymberga

ŚWIAT szkła

OKNA ▪ DRZWI ▪ FASADY

3 (248) Marzec 2020 r. Cena 18,90 PLN (w tym 8% VAT) Nr ind. 381721

TEMAT MIESIĄCA

Innowacyjne przegrody szklane

WEWNĄTRZ WYDANIA m.in.:

- H. Lefevre, A. Šikyňova: *Folia PVB, szkło laminowane i okucia do balustrad wolnostojących zgodnie z normami krajowymi w Europie*
- J. Benitz-Wildenburg, K. Lieb: *Innowacje w drewnianych oknach i fasadach*
- D. Potrzebski: *Wymiary drzwi w świetle przejścia – uwarunkowania wynikające z przepisów techniczno-budowlanych*

ISSN 1426-5494

OKNO NA TWÓJ ŚWIAT
"Prawdziwe piękno jest
dyskretne i nienachalne.
Trzeba tylko umieć je dostrzec."

VEKA

VEKA.PL

Spis treści

Wydarzenia

Mir Stekla 2020 2
eBook o tym, jak odnieść sukces w branży laminowania szkła 4
TECGLASS i CUGHER GLASS łączą siły w sektorze szkła samochodowego 5
BUDMA 2020. MONTERIADA – w trosce o lepszy wymiar budownictwa 6
BUDMA 2020. KRAUSE staje na wysokości 8

Szkło w architekturze

Szkło – przyszłość architektury 10

Elewacje

Folia PVB, szkło laminowane i okucia do balustrad wolnostojących zgodnie z normami krajowymi w Europie
Hugues Lefevre, Anna Šikyňova 12
Wysoko, coraz wyżej – w Londynie, Dubaju i nie tylko
Janina Brielmann 18

Osłony przeciwsłoneczne

Powłoka z ETFE – osłona przeciwsłoneczna do zastosowań architektonicznych. Część 2
Carl Maywald 20

Okna

Innowacje w drewnianych oknach i fasadach
Jürgen Benitz-Wildenburg, Karin Lieb 25
Stalowa ramka dystansowa ma się dobrze i tak jeszcze pozostanie
Grzegorz Kuligowski 28

Drzwi

Wymiary drzwi w świetle przejścia – uwarunkowania wynikające z przepisów techniczno-budowlanych
Dariusz Potrzebski 32

Materiały, technologie

Technologia Smart-Tinting firmy HALIO zdaje test tropikalny
Dariusz Adamski 35
Szkło umożliwiające korzystanie z telefonii komórkowej dzięki uszlachetnianiu laserem
Carsten Koch 38

Maszyny, urządzenia

Serwisowanie ssawek to trwałość i bezpieczeństwo
Robert Wasilewicz 39
Hartowanie szkła – technologie inżynieryjne LandGlass Technology 41
W jaki sposób zaprojektowanie konstrukcji maszyny wpływa na cięcie szkła laminowanego
Claudia Guschlbauer 44
Cyfryzacja i automatyzacja w maszynach szklarskich 46

ŚWIAT szkła
Fachowy miesięcznik poświęcony branży szklarsko-okiennej

ISSN 1426-5494 **Rok XXV nr 3 (248) 2020**

WYDAWCA
Grupa Wydawnicza Euro-Media
Euro-Media Sp. z o.o./
Mediafachowe Sp. z o.o.
ul. Wąski Jar 9, 02-786 Warszawa
tel.: 22 535 30 62

REDAKCJA
tel.: 22 535 30 62
22 535 30 64
www.swiat-szkla.pl
e-mail: szklo@swiat-szkla.pl

DZIAŁ REKLAMY
tel.: 22 535 30 62
22 535 30 64

PRENUMERATA
tel. (+48) 22 535 32 29
prenumerata@mediafachowe.pl

SKŁAD: As-Art, Warszawa
DRUK: Drukarnia SZMYDT

Wersja elektroniczna:
www.czasopisma.net
www.czasopisma-online.pl

Katarzyna Polesińska
Prezes Zarządu

Krzysztof Zieliński
Redaktor Naczelny
tel. (+48) 605 890 789
k.zielinski@swiat-szkla.pl

Agnieszka Roguska
tel. (+48) 690 804 307
a.roguska@swiat-szkla.pl

Joanna Jaworska
Dyrektor Wydawniczy

Wojciech Kołodziejski
Sekretarz Redakcji
w.kolodziejski@swiat-szkla.pl

Agata Kostrzewa
tel. (+48) 881 068 847
a.kostrzewa@swiat-szkla.pl

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń. Nie zwracamy materiałów nie zamówionych oraz zastrzegamy sobie prawo do skrótów tekstów przyjętych do druku. Prawa autorskie zastrzeżone, przedruk i wykorzystanie materiałów możliwe tylko po uzyskaniu pisemnej zgody Wydawcy.

Mir Stekla 2020

W dniach 8-11 czerwca, 22 edycja Międzynarodowych Targów Wyrobów Szklanych, Technologii Wytwarzania, Przetwarzania i Wykańczania Mir Stekla 2020 odbędzie się na terenach targowych EXPOCENTRE w Moskwie.

Od ponad 20 lat targi Mir Stekla utrzymuje pozycję największej platformy branżowej w Rosji i Europie Wschodniej. Odświeżają najlepsze tradycje produkcji szkła, promują nowe technologie, zaawansowany sprzęt i narzędzia do produkcji i przetwarzania szkła na rynku rosyjskim.

Sektor budowlany jest kluczowym konsumentem wyrobów szklanych. Wykonawcy robót budowlanych, architekci, projektanci, producenci okien, szyb zespolonych i transparentnych konstrukcji szklanych spotkają się w jednym miejscu.

Udział na targach Mir Stekla daje im możliwość zapoznania się z nowościami rynkowymi i światowymi trendami, nawiązania nowych kontaktów biznesowych, znalezienia dostawców i zwiększenia sprzedaży.

W tegorocznych targach weźmie udział ponad 200 firm z 22 państw, między innymi z takich krajów, jak: Austria, Białoruś, Belgia, Bułgaria, Chorwacja, Czechy, Finlandia, Francja, Niemcy, Węgry, Indie, Irlandia, Włochy, Holandia, Polska, Rosja, Hiszpania, Turcja, Ukraina, Wielka Brytania, USA, a po raz pierwszy obecna będzie firma z Tajlandii.

Na powierzchni ponad 11 000 m2 zaprezentowane zostaną najnowsze technologie produkcji szkła, nowoczesne maszyny, sprzęt i narzędzia do produkcji szerokiej gamy produktów szklanych dla budownictwa, meblarstwa, przemysłu samochodowego, medycznego, chemicznego, spożywczego i innych.

Specjaliści zapoznają się z oprogramowaniem dla producentów i przetwórców szkła, architektów, projektantów, wykonawców. Instytuty badawcze, ośrodki szkoleniowe zaprezentują swoje innowacyjne rozwiązania.

Salon ArtGlass zademonstruje oryginalne rozwiązania artystyczne i projektowe oraz elementy wyposażenia wnętrz. W salonie odbędą się kursy mistrzowskie wytwarzania produktów artystycznych prowadzone przez dmuchaczy szkła artystycznego.

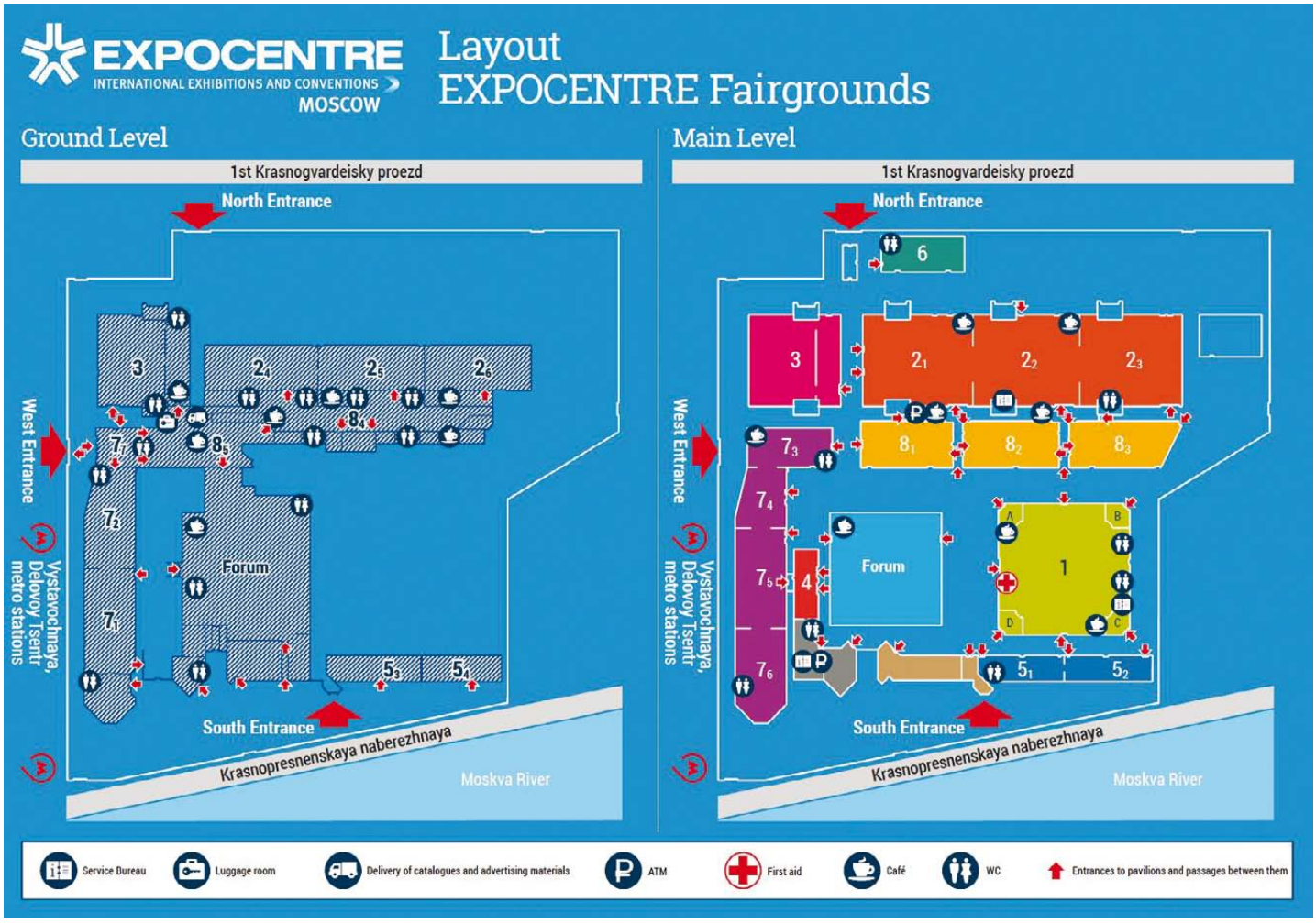
W czasie targów tradycyjnie będzie prowadzony zróżnicowany program wydarzeń towarzyszących.

Grebenshchikov Institute of Silicate Chemistry of Russian Academy of Sciences zorganizuje Konferencję Teraźniejszość i Przyszłość Szkła, która zostanie poświęcona badaniom nad szkłem i projektom wykorzystującym różne sposoby zastosowania szkła.

Rosyjski Związek Projektantów zorganizuje międzynarodową konferencję: Transparentne Konstrukcje, Okna i Fasady

W programie wydarzenia znajdą się również znane i popularne wydarzenia wśród profesjonalistów z branży: 4. Ogólnorosyjska Konferencja Mir Stekla 2020 oraz 20. Konferencja Meble jako Forum Biznesu dla małych i średnich przedsiębiorstw.

Więcej informacji można znaleźć na stronie wystawy
https://www.mirstekla-expo.ru



8–11 June
2020

EXPOCENTRE
Fairgrounds,
Moscow,
Russia

Mir Stekla

PRODUCTION • PROCESSING • APPLICATION

22nd International
Exhibition for Glass Products,
Manufacturing, Processing
and Finishing Technology

Organised by EXPOCENTRE AO

Supported by Russian Ministry
of Industry and Trade

Under auspices of Russian Chamber
of Commerce and Industry

www.mirstekla-expo.ru/en

Advertising 12+

MINPROMTORG RUSSIA

CCI of RF

Expo Rating

EXPOCENTRE

eBook o tym, jak odnieść sukces w branży laminowania szkła

Rosnąca świadomość korzyści związanych ze stosowaniem szkła laminowanego w różnych branżach spowodowała szybki wzrost na rynku szkła laminowanego. Niezależnie od tego, czy laminowanie jest już istotną częścią działań przetwórcy szkła, czy tylko szuka on sposobów na rozpoczęcie działania w tym zakresie, opisany poniżej przewodnik pomoże mu odnieść sukces.

Według badań globalny rynek szkła laminowanego ma osiągnąć ponad 27 miliardów USD do końca 2025 r., przy rocznej stopie wzrostu około 6% w tym czasie. Zalety szkła laminowanego, takie jak zwiększone bezpieczeństwo i trwałość, lepsza efektywność energetyczna, wysoka izolacyjność akustyczna i wiele innych, są głównymi czynnikami napędzającymi wzrost.

Coraz częściej użytkownicy końcowi wybierają szkło laminowane do swoich projektów. Obejmuje to firmy z branży lotniczej, ochrony zdrowia, elektroniki i in. Szybki wzrost rynku oznacza również, że większa liczba przetwórców szkła zacznie myśleć o zwiększeniu swojej działalności poprzez dodanie lub zwiększenie oferty laminowania szkła.

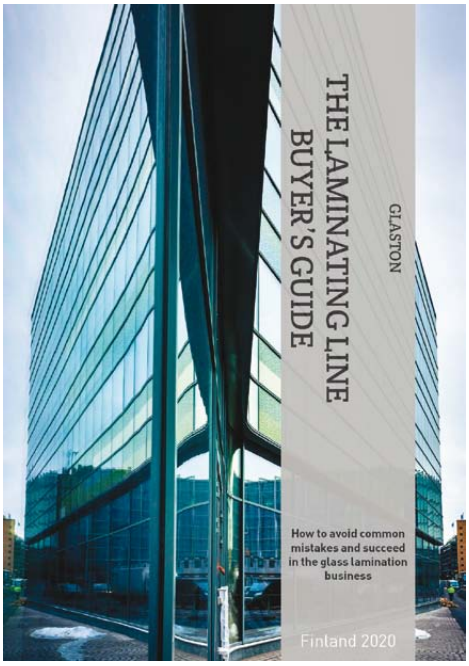
Najpierw jednak pojawi się wiele pytań, m.in.:
- **jakie są najważniejsze czynniki, które trzeba rozważyć przed dokonaniem inwestycji?**
- **w jaki sposób dobrej jakości linia do laminowania może pomóc uzyskać najlepsze wyniki?**

I ulubione przez wszystkich pytanie.:
- **jakie są związane z tym koszty?**

Firma GLASTON skontaktowała się z najlepszymi ekspertami od laminowania, aby uzyskać odpowiedzi na te pytania. Wspólnie stworzono eBook pełen praktycznych wskazówek i łatwych do zrozumienia informacji teoretycznych.

Tak powstał Poradnik dla nabywców linii do laminowania, przydatny eBook dla każdego – niezależnie od tego, czy jest on nowicjuszem na rynku, czy silnym i rozwijającym się graczem w branży.

Ten poradnik, oparty na setkach pytań regularnie kierowanych do przedstawicieli branży, obejmuje następujące kwestie:
- podstawy laminowania szkła;
- najważniejsze czynniki, które należy wziąć pod uwagę przed dokonaniem inwestycji;
- jak wybrać linię do laminowania, która odpowiada konkretnym potrzebom produkcyjnym;

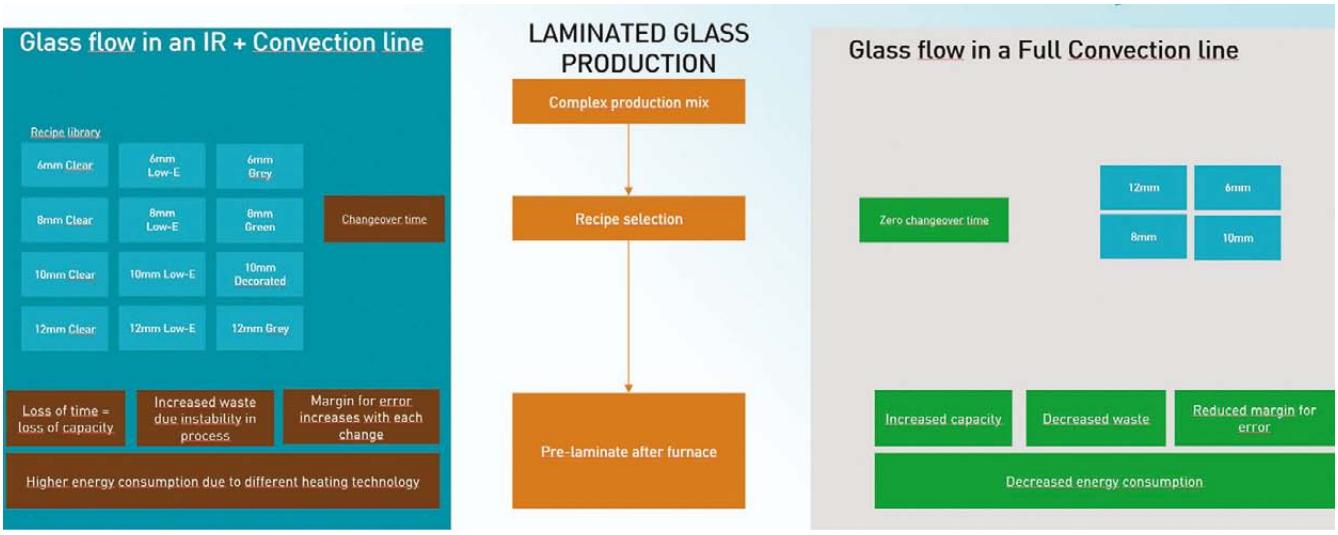


- jak uniknąć typowych pułapek inwestycyjnych;
- jak ocenić i wybrać potencjalnego partnera;
- listy kontrolne przedsięwzięć i jeszcze więcej.

Riku Färm

Poradnik można pobrać pod adresem:
https://www2.glaston.net/l/168272/2020-02-20/37v7yh

Przedstawicielstwo Glaston Finland Oy na Polskę:
MC DIAM sp. z o.o.
Al. Lotników 12, 02-668 Warszawa
Michał Siergiejewicz tel. 609 685 877
m.siergiejewicz@mcdiam.com.pl
Tomasz Świątkowski tel. 693 451 606
t.swiatkowski@mcdiam.com.pl



Główne praktyczne różnice między dwiema technologiami laminowania

TECGLASS i CUGHER GLASS łączą siły w sektorze szkła samochodowego

Firmy TECGLASS i CUGHER niedawno sfinalizowały umowę dotyczącą uruchomienia nowego partnerstwa techniczno-handlowego w zakresie szkła płaskiego, mającego na celu dostarczenie przemysłowi motoryzacyjnemu kompletnych, wysoce zautomatyzowanych, precyzyjnych linii do masowej produkcji. Dzięki temu innowacyjnemu partnerstwu obie firmy mogą zapewnić niestandardowe, niezwykle wszechstronne rozwiązania dla wszystkich rodzajów produkcji.

Dzięki szerokiej gamie niestandardowych produktów firma TECGLASS doskonale uzupełnia ofertę firmy CUGHER, który umacnia swoją pozycję jedynego dostawcy będącego w stanie zapewnić kompletne systemy „pod klucz" do drukowania na szkle.

Dzięki partnerstwu z TECGLASS, firma CUGHER spodziewa się umocnienia swojej pozycji jako generalnego dostawcy maszyn, który pomaga klientom z branży szkła samochodowego jako wyłączny partner w dostawie systemów drukowania szkła.

Obie firmy wspólnie koncentrują się na sektorze o dużym potencjale, w którym mogą oferować wysoce zautomatyzowane, precyzyjne, zintegrowane linie do sitodruku i cyfrowych dekoracji. Urzadzenia te zapewniają najwyższe prędkości i wysoką jakość druku, niezawodne wyniki i wysokie standardy energetyczne pomagające optymalizować koszty produkcji i inwestycje.

Strategia tych firm zwiększa przewagę konkurencyjną – obie są technologicznymi wzorcami w swoich sektorach i poprzez dzielenie się wiedzą nastawione są na opracowywanie innowacyjnych rozwiązań odpowiadających potrzebom rynku, które generują znaczną wartość dodaną dla klienta.

Jednym z praktycznych celów jest uproszczenie zarządzania wszystkimi projektami drukowania: z najwyższą wydajnością, bez ograniczeń wielkości i kształtu tafli szkła, ultraszybkich cykli produkcyjnych, bezpiecznej i łatwej konserwacji oraz wsparcia technicznego dla każdego uczestnika systemu.

Javier Fernandez, współzałożyciel z **Manuelem Ramosem** firmy TECGLASS, wyraził duże zadowolenie firmy z tej umowy:

— Jesteśmy bardzo zadowoleni z tego nowego partnerstwa. Ci, którzy pracują w sektorze szkła samochodowego, muszą móc polegać na szybkiej, wolnej od błędów produkcji, wysoce elastycznej i dostosowującej się do zmian wprowadzanych w ostatniej chwili. Właśnie to oznacza to nowe partnerstwo: najlepsza dostępna technologia i niezawodność partnerów z dużym doświadczeniem w branży, którzy są świadomi problemów, które mogą pojawić się podczas produkcji i mają kompletne, skoordynowane rozwiązanie na każdą potrzebę.

Podobne zdanie wyraziła **Barbara Mazza**, dyrektor zarządzająca i dyrektor finansowy CUGHER:

— Przez ponad 50 lat opracowaliśmy zintegrowane systemy dla sektora szkła samochodowego, poświęcając się codziennie szukaniu lepszych rozwiązań wspierających naszych klientów we wszystkich aspektach produkcji. To zmotywowało nas do współpracy z TECGLASS, do połączenia naszej ugruntowanej technologii sitodruku z drukiem cyfrowym, aby dać naszym klientom jednego partnera do budowy systemów zdobienia szkła samochodowego: od najprostszego do najbardziej złożonego i wyrafinowanego.

REKLAMA

CERTBUD

BADANIA I CERTYFIKACJA

Krajowa Ocena Techniczna dla drzwi nie jest już niezbędna

CERTYFIKACJA

drzwi wewnętrznych przeciwpożarowych — wg PN-EN 16034 PN-EN 14351-2 znakowane

drzwi wewnętrznych na drogach ewakuacyjnych — wg PN-EN 14351-2 znakowane

oznakowanie drzwi zewnętrznych przeciwpożarowych lub na drogach ewakuacyjnych — znakowane CE

BADANIA

odporności ogniowej — wg EN 1634-1

dymoszczelności — wg EN 1634-3

samozamykalności — wg EN 16034

odporności ogniowej ścian nienośnych — wg EN 1364-1

mechaniczne drzwi / bram — wg EN 14351-1/2 EN 13241-1

Mokotowska 46 lok. 8
00-543 Warszawa

+48 881 616 887
+48 535 733 933
+48 796 048 420

sekretariat@certyfikacja-certbud.pl

Nowa procedura wprowadzenia do obrotu według norm europejskich szybsza, tańsza, łatwiejsza

certyfikacja-certbud.pl

BUDMA 2020. MONTERIADA – w trosce o lepszy wymiar budownictwa

Doświadczenie budowy jest czymś niezwykłym – może wzbudzać podobne uczucia jak oczekiwanie na narodziny dziecka. To jednak dość skomplikowany proces, o czym od 4 do 7 lutego mogły przekonać się osoby odwiedzające stoisko MONTERIADY na Targach BUDMA w Poznaniu, oglądając pokazy montaży w dwóch strefach wydarzenia. Potrzeba bowiem wiedzy i doświadczenia, aby zbudować budynek, ocieplić go i zainstalować w nim nowoczesną stolarkę otworową. Ekspozycja Związku POiD i Partnerów, z uwagi na dużą dynamikę, widowiskowość i walory edukacyjne cieszyła się ogromnym zainteresowaniem uczestników targów. Widowisko, a właściwie jego wielokrotność, bo pokazów montaży było bardzo dużo – znacznie więcej niż w ubiegłym roku – okazało się ogromnym sukcesem. Stoisko MONTERIADY odwiedziło ok. 25 000 osób, a każda z nich zatrzymała się przy nim na co najmniej kilkanaście minut, z zaciekawieniem obserwując montaż rozwiązań Partnerów wydarzenia oraz budowę domu na żywo.

Dobry montaż pod lupą

W tym roku na stoisku MONTERIADY zostały zaprojektowane dwie zupełnie autonomiczne strefy montażowe o zupełnie innej dynamice, choć towarzyszyła im wspólna idea: promocji dobrego montażu zaawansowanych technologicznie rozwiązań. Na froncie znalazła się dużych rozmiarów platforma, na której instalowane były produkty z branży stolarki otworowej. W strefie tej można było zobaczyć takie rozwiązania jak: nawiewniki ścienne higrosterowane, przesuwne drzwi tarasowe, okno drewniano-aluminiowe z markizą, manipulator do montażu szkła, zewnętrzne drzwi wejściowe, garażową bramę segmentową wraz z napędem, niezawodne mocowania montażowe, najnowszą kolekcję odzieży roboczej, system Ciepłej Belki Montażowej, stosowany przy montażu w strefie docieplenia, drzwi wewnętrzne ze stalową ościeżnicą, okucia, piany montażowe, taśmy i masy paroizolacyjne oraz profesjonalne narzędzia dla monterów.

Z boku usytuowana została z kolei strefa budowy domu na żywo, dzięki której odwiedzający targi mieli szansę przyjrzeć się, jak prawidłowo łączyć stolarkę otworową z murem i izolacją termiczną. Zostały zaprezentowane tu dwa sposoby ciepłego montażu okna i drzwi: w warstwie muru, a także w izolacji termicznej. Ściany instalacji powstały ze szlifowanych pustaków ceramicznych, które zostały połączone za pomocą pianokleju do murowania.

Promocja zawodu montera wśród młodzieży

Podczas drugiego dnia targów odbyła się debata, pt. „Świadomy krok w przyszłość – zawód monter stolarki budowlanej", przygotowana dla uczniów, którzy podjęli tego typu kształcenie. Wzięli w niej licznie udział wychowankowie dwóch szkół: Zespołu Szkół Zawodowych nr 1 w Nowym Dworze Mazowieckim oraz Zespołu Szkół nr 1 w Zbąszyniu. W spotkaniu uczestniczyło ponadto grono prelegentów: **Piotr Bartosiak** – Zastępca Dyrektora, Departament Strategii, Kwalifikacji i Kształcenia Zawodowego, Ministerstwo Edukacji Narodowej, **Arkadiusz Dratwa** – Dyrektor Zespołu Szkół im. Rogera Sławskiego w Poznaniu, Wiceprezes Polskiej Izby Budownictwa, **Janusz Komurkiewicz** – Prezes Zarządu Związku POiD, Członek Zarządu FAKRO, **Szymon Kwaśnik** – Ambasador kampanii „DOBRY MONTAŻ", **Artur Pęksyk** – Dyrektor ds. Sprzedaży i Marketingu PORTA DRZWI, **Zbigniew Talaga** – Wicekurator Oświaty, Kuratorium Oświaty w Poznaniu. Młodzież zabierała głos na ważne tematy związane z nauczaniem i promocją zawodu oraz mogła skonfrontować swój punkt widzenia z opiniami wskazanych wyżej ekspertów. Gospodarzem debaty była firma PORTA, która współorganizowała ją ze Związkiem POiD.

Związek POiD na rzecz rozwoju branży

Zwieńczeniem drugiego dnia była ponadto konferencja prasowa Związku POiD, organizatora MONTERIADY. Prezes Zarządu Związku POiD, Janusz Komurkiewicz, podsumował pierwsze dwa dni wydarzenia i opowiedział o wybranych działaniach stowarzyszenia na rzecz rozwoju branży stolarki budowlanej.

MONTERIADĘ 2020 wsparli swym autorytetem Patroni Merytoryczni: Instytut Techniki Budowlanej, Międzynarodowe Targi Budownictwa i Architektury BUDMA, Polskie Stowarzyszenie Dekarzy, Polskie Stowarzyszenie Producentów Styropianu.

„Świat Szkła" był patronem medialnym MONTERIADY 2020

OFFICE LEDON®

System szklanych ścian biurowych ze zintegrowanym źródłem światła LED

www.cglass.pl

CGLASS®
OKUCIA DO SZKŁA

BUDMA 2020. KRAUSE staje na wysokości

Kolejna edycja BUDMY za nami. Temu najważniejszym wydarzeniu branży budowlanej w Polsce co dwa lata towarzyszą Targi Maszyn Budowlanych i Sprzętu Specjalistycznego INTERMASZ. I to w ramach tej imprezy, swoją szeroką ofertę rozwiązań do pracy na wysokości dedykowaną ekipom budowlanym zaprezentowała firma KRAUSE – producent drabin, rusztowań i pomostów roboczych.

Firma KRAUSE, znana z rozwiązań spełniających najwyższe standardy bezpieczeństwa pracy na wysokości, pojawia się w poznańskich halach nieprzerwanie od kilkunastu lat. Jej przedstawiciele doceniają międzynarodowy charakter imprezy oraz duży potencjał biznesowy, jaki ze sobą niesie, w szczególności możliwość bezpośrednich rozmów z obecnymi i potencjalnymi klientami, które w tym roku okazały się bardzo owocne.

Podobnie jak w latach ubiegłych, stoisko producenta cieszyło się dużym zainteresowaniem gości. Uwagę fachowców przykuwała ciekawa prezentacja pionowej drabiny ewakuacyjnej oraz profesjonalne rusztowanie z serii STABILO 5500, które oferuje nie tylko 2 platformy robocze na różnych poziomach, ale i wygodne schody wewnętrzne, zwiększające zarówno komfort, jak i bezpieczeństwo prac.

— Tradycyjnie już odwiedzający pytali o rozwiązania, które pozwalają na długą i komfortową pracę na wysokości. Nasza oferta jest w tym zakresie szeroka: od różnego rodzaju podestów roboczych, przez niezwykle funkcjonalne rozwiązanie, jakim jest system TeleBoard, po drabiny wolnostojące z dużą platformą. Wszystkie rozwiązania można było obejrzeć i przetestować na naszym stoisku. Ale chciałbym zwrócić także uwagę na coś niezwykle istotnego, a mianowicie bezpieczeństwo pracy, które było tematem wielu rozmów z branżowymi specjalistami. Bardzo nas to cieszy, bo pokazuje pozytywny trend, jaki od kilku lat obserwujemy nie tylko w sektorze budowlanym, ale i w przemyśle czy gospodarce magazynowej. Zapewnienie bezpiecznych warunków pracy staje się absolutnym priorytetem pracodawców. Nie tylko szukają bezpiecznych narzędzi pracy, opracowują ergonomiczne stanowiska robocze, ale i stawiają duży nacisk na edukację i uświadamianie swoich pracowników, w kwestii zagrożeń wynikających z nieprzestrzegania podstawowych przepisów BHP, w tym wymagań dotyczących pracy na wysokości. A ta, jak pokazują statystyki, często jest źródłem wyjątkowo groźnych w skutkach wypadków — mówi **Marek Banach**, Kierownik Działu Marketingu, KRAUSE Sp. z o.o.

Choć branża budowlana właściwie od maja ubiegłego roku notuje spadki koniunktury, a o nadchodzącym kryzysie w sektorze mówi się już głośno, to targi BUDMA nie odzwierciedliły pesymistycznych nastrojów. Ogromna liczba wystawców, wielu zwiedzających i ciekawe rozmowy biznesowe pozwalają mieć nadzieję, że ten rok nie będzie taki zły. Tym bardziej, że w styczniu br. wskaźnik ogólnego klimatu koniunktury w budownictwie wyniósł minus 0,7. A to, w porównaniu z grudniem ubiegłego roku, kiedy spadł do poziomu minus 4,6, pozwala z umiarkowanym optymizmem patrzeć w przyszłość.

Jowita Nowakowska

REKLAMA

Profesjonalne masy uszczelniające PROVENTUSS® *Inspired since 15 years*

Proventuss Polska Sp. z o.o., ul. Flisa 4, 02-247 Warszawa
tel. +48 22 122 85 40, fax +48 22 122 85 44, e-mail: biuro@proventuss.eu, www.proventuss.eu

MEKANIKA

GENERALNY PRZEDSTAWICIEL MONTRESOR W POLSCE

Master series

INTERMAC

TECHNOLOGIA NOWEJ GENERACJI

Master to seria centrów obróbczych Intermac zaprojektowanych tak, by spełnić wymagania klientów pod względem wydajności, wszechstronności i jakości wykonania.

Mekanika sp. z o.o.
ul. Krakowska 42
38-300 Gorlice

tel. + 48 18 353 06 69
e-mail: biuro@mekanika.pl
www.youtube.com/mekanika

Szkło – przyszłość architektury

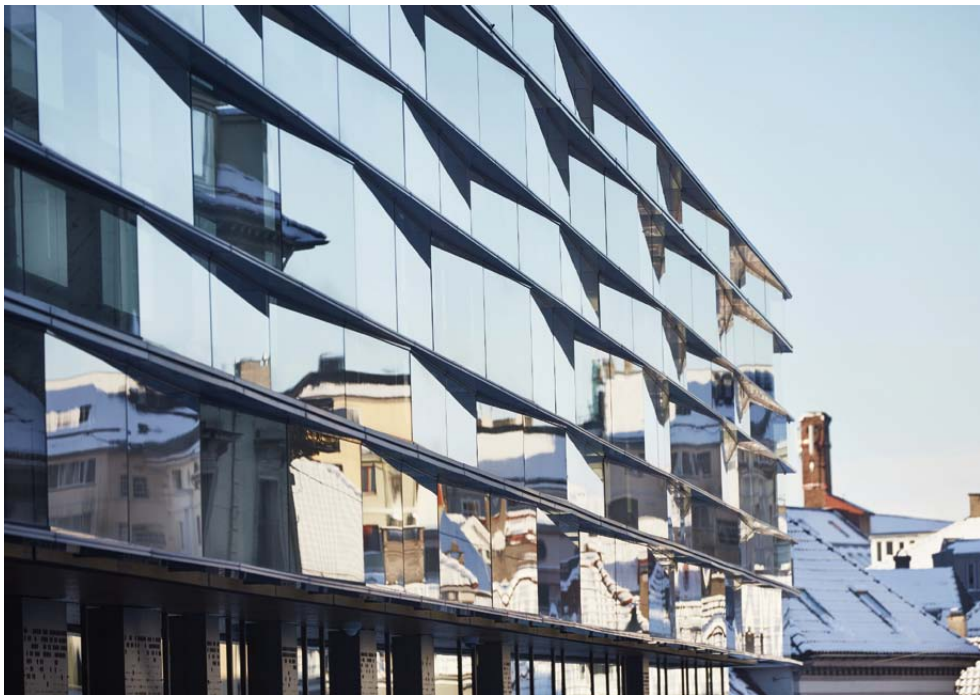
Szkło jest materiałem, który z roku na rok zyskuje coraz większą popularność w budownictwie. Dzieje się tak za sprawą coraz bardziej zaawansowanych technologii produkcji, które pozwalają na jego szersze zastosowanie. Ten materiał jest chętnie wykorzystywany przez architektów oraz inżynierów, ponieważ nadaje budynkom dodatkowych walorów estetycznych bez utraty wysokich parametrów świetlno-energetycznych.

Ochrona przed intensywnym nasłonecznieniem

Aby szkło dobrze spełniało swoją funkcję, musi posiadać odpowiednie parametry. Dzięki temu z powodzeniem może być stosowane m.in. w miejscach o dużym nasłonecznieniu, różnicy temperatur czy natężeniu hałasu, a nawet w konstrukcjach powstających na specyficznie ukształtowanym terenie. Uniwersalność tego surowca budowlanego jest szczególnie dobrze widoczna w Norwegii, która wyróżnia się zróżnicowanymi warunkami atmosferycznymi mającymi szczególnie istotne znaczenie na etapie planowania kolejnych inwestycji.

Skuteczna ochrona przed nadmiernym nasłonecznieniem to jeden z kluczowych elementów branych pod uwagę przy tworzeniu szklanych fasad. Jest to ważne na tych obszarach, w których w sezonie letnim promienie słoneczne dostają się do pomieszczeń przez kilkanaście godzin w ciągu dnia.

— *W Norwegii bardzo dużym zainteresowaniem cieszy się szkło Pilkington **Suncool™** pozwalające na znaczne ograniczenie intensywności nasłonecznienia budynków* — komentuje **Michał Wąsowicz**, Export Manager w Pilkington IGP.



Przy realizacji projektu w Bergen wykorzystano hartowane szkło przeciwsłoneczne Pilkington **Suncool™** 70/35 T, które pozwala na ograniczenie energii dostającej się do wnętrza

W realizacji budynku wykorzystano szkło Pilkington **Suncool™** 30/17, które odznacza się wysoką refleksyjnością, co pozwala uwypuklić walory otoczenia

Dobrym przykładem projektu, w którym zastosowano wysokoselektywne szyby przeciwsłoneczne jest biurowiec w miejscowości Bergen.

W trosce o ochronę przed hałasem

Biurowce, ze względu na swoje przeznaczenie, powstają często w centrach miast oraz lokalizacjach, w których panuje wzmożony ruch uliczny. Mając na uwadze komfort osób, które na co dzień pracują w takich miejscach, dobrym rozwiązaniem jest wykorzystanie szyb dźwiękochłonnych. Takie połączenie zapewnia wysoką izolacyjność akustyczną budynku, a co za tym idzie – zwiększa komfort pracy.

W zgodzie z naturą

Mając na uwadze zyskujący na popularności trend polegający na projektowaniu budynków w taki sposób, aby w jak najmniejszym stopniu ingerować w środowisko, w budownictwie o charakterze mieszkalnym oraz rekreacyjnym coraz częściej wykorzystuje się szklane fasady. Ponadto, szkło bardzo dobrze odbija krajobraz, dzięki czemu taki budynek w pewnym stopniu wtapia się w otoczenie i pozwala osobom znajdującym się wewnątrz na podziwianie okolicznej przyrody. Tego typu efekt uzyskano przy projekcie budynku Havnespeilet znajdującym się na terenie parku portowego w Sandnes, który stanowi wizję „miasta przyszłości".

Niska ingerencja w walory przyrodnicze krajobrazu oznacza również korzystanie z przyjaznych środowisku materiałów. Przykładem zrealizowanego w ten sposób projektu, jest domek letni na wyspie Finnøy.

Siedziba banku Solheimsviken stanowi przykład zastosowania szyb dźwiękochłonnych. W projekcie wykorzystano szkło marki Pilkington **Optiphon™**

Projekt domku letniego Summer House Reilstad zdobył nagrodę „Glass Award 2019". Wykorzystano w nim szkło Pilkington **Suncool™** 70/35.

Rozciągający się na czterech poziomach budynek mieszkalny idealnie wpasowuje się w lokalny krajobraz dzięki zastosowaniu wyłącznie naturalnych materiałów, a także dostosowaniu ich formy do ukształtowania terenu i wyeksponowania na klifie. Fasady budynku powstały przy wykorzystaniu szkła. W ten sposób dom otworzył się na otaczający go krajobraz.

Szkło a skrajne zmiany temperatur

Nowoczesne technologie produkcji szkła sprawiają, że z powodzeniem może ono zostać wykorzystane w środowisku, które charakteryzuje się zróżnicowaną temperaturą powietrza.

— *Podstawowym zagrożeniem związanym z wysokimi amplitudami temperatur może być pękanie szkła. Łatwo jednak temu zapobiec używając szyb hartowanych, które poza odpornością na tego typu wahania, zapewniają podwyższoną wytrzymałość i zwiększają poziom bezpieczeństwa* — mówi Michał Wąsowicz.

Nowe produkty, a także stale udoskonalane i wdrażane funkcjonalności, są odpowiedzią na nieustannie zmieniające się trendy w zakresie architektury i budownictwa. Obserwując szerokie wykorzystanie szkła jako materiału budowlanego możemy optymistycznie patrzeć w przyszłość branży szklarskiej.

Więcej informacji można znaleźć na stronie internetowej **www.pilkington.pl**

Folia PVB, szkło laminowane i okucia do balustrad wolnostojących zgodnie z normami krajowymi w Europie

Szkło laminowane zawierające sztywną folię PVB jest coraz częściej stosowane w konstrukcjach szklanych. Ta kombinacja poprawia odporność laminowanego szkła na obciążenie, zmniejsza ugięcie, pomaga zmniejszyć grubość i wagę szkła (potrzebne do przeniesienia projektowanych obciążeń), a w niektórych przypadkach czyni zbędnym obróbkę cieplną szkła (sztywna folia PVB tak znacznie zwiększa nośność konstrukcji ze szkła laminowanego, że hartowanie szkła zwiększające jego wytrzymałość nie jest już konieczne). Przypadek wolnostojących balustrad jest badany dogłębnie, przy czym najczęściej stosowane szkło laminowane z tafli hartowanych jest zastępowane przez szkło laminowane z tafli niehartowanych (float) dzięki zastosowaniu sztywnej folii PVB.

Wstęp

Badania eksperymentalne w warunkach działania obciążeń statycznych i dynamicznych omówiono poniżej w odniesieniu do wielkości obciążenia, grubości szkła i rodzaju zamocowania liniowego. Wyniki badań eksperymentalnych są również oceniane w świetle ustawodawstwa obowiązującego w różnych krajach Europy. Badane były różne aspekty zachowania konstrukcji szklanej po pęknięciu szkła laminowanego. Wykazano, że zastosowanie sztywnej folii PVB jako międzywarstwy w połączeniu ze taflami szkła odprężonego (odpuszczonego) float jest dopuszczalne i bezpieczne w zastosowaniu do konstruowania balustrad szklanych.

Zapotrzebowanie na szklane balustrady wolnostojące, mocowane tylko z jednej strony, rośnie znacząco ze względu na duże zapotrzebowanie na nowoczesne konstrukcje bezramowe, które zapewniają niezakłócony widok na otoczenie (patrz fot. 1). Pierwsza generacja takich balustrad pojawiła się pod koniec lat dziewięćdziesiątych i wykorzystywała metalowe uchwyty do punktowego mocowania szkła do metalowych słupków (uchwyty metalowe wymagają wiercenia otworów w szkle).

Druga generacja, która pojawiła się około 2010 roku, składa się z liniowo podpartych systemów składających się z ciągłych profili aluminiowych przymocowanych do podłoża i służących do mocowania szklanych paneli poprzez nieruchome utwierdzenie. Kilka firm opracowało innowacyjne profile aluminiowe do liniowego mocowania szkła, w celu zastąpienia mocowania punktowego. Ta nowa generacja balustrad ze szkłem konstrukcyjnym doprowadziła do obniżenia kosztów, łatwiejszego i szybszego montażu dzięki znormalizowanym modułom mocującym oraz poprawiła estetykę (patrz fot. 2).

Zazwyczaj szkło laminowane z tafli szkła hartowanego termicznie lub wzmacnianego termicznie było stosowane w balustradach strukturalnych pierwszej generacji. Ale czy szkło poddane obróbce termicznej jest naprawdę konieczne lub przydatne w balustradach strukturalnych drugiej generacji, w których wyeliminowano koncentrację naprężeń w miejscach punktowego mocowania, dzięki zastosowaniu liniowego mocowania szkła?

Fot. 1. Balustrady wolnostojące (Aluminco, Belgia)

Szkło laminowane z tafli termicznie hartowanych lub wzmacnianych termicznie ma wiele wad. Jest skomplikowane w produkcji a dodatkowa obróbka

Fot. 2. Profil aluminiowy do liniowego mocowania szkła (Faraone, Włochy)

cieplna tafli szklanych zwiększa ich koszt. Do tego dochodzi długi czas dostawy, ponieważ nie jest to produkt dostępny z magazynu (hartowanych tafli szkła nie można po procesie hartowania obrabiać, więc hartowane są formatki szkła wcześniej docięte do wymaganych wymiarów) oraz niedoskonała estetyka ze zniekształceniami optycznymi związanymi z procesem hartowania szkła. No i szkło hartowane jest potencjalnie narażone na uszkodzenie przez NiS (możliwość spontanicznego spękania hartowanych tafli szkła zawierających NiS), posiada słabą estetykę wykończenia krawędzi i wykazuje wątpliwe zachowanie przy pęknięciu tafli szklanej (pęka na drobne kawałki).

Ostatnio niektórzy producenci folii laminujących (tzw. przekładek – międzywarstw w szkle laminowanym) wprowadzili strukturalne przekładki z poliwinylobutyralu (PVB), które są znacznie sztywniejsze niż przekładki tradycyjne [1]. W artykule przedstawiono ocenę zastosowania szkła laminowanego z tafli szkła odprężonego (odpuszczonego) float zawierającego te przekładki ze sztywniejszej folii z PVB jako rozwiązania do zastępowania hartowanego termicznie lub termicznie wzmocnionego szkła w szybach laminowanych w systemach o liniowym podparciu szkła za pomocą ciągłych profili aluminiowych.

Balustrady ze szkła konstrukcyjnego podlegają złożonym i zmieniającym się przepisom krajowym i międzynarodowym w Europie. Ogólne zasady i obowiązujące obciążenia można wyprowadzić z norm europejskich – Eurokodów konstrukcyjnych [6] – ale konkretna norma, Eurokod dla szkła, nie jest jeszcze dostępna i jest nadal w fazie opracowywania.

W szczególnym przypadku balustrad strukturalnych i przy braku europejskich norm dotyczących wymiarowania szkła, projektowanie takich konstrukcji jest nadal regulowane przez normy krajowe, które są różne w różnych krajach i które określają specjalne wymagania, takie jak badania wytrzymałości na obciążenia statyczne i/lub dynamiczne kompletnych systemów (szkło laminowane i system mocowania) oraz symulacji cyfrowych. W pierwszej części tego artykułu przedstawiamy wymagania określone w normach krajowych dla grupy krajów europejskich.

W drugiej części artykułu dociekamy i sprawdzamy przez testy fizyczne, czy balustrady ze szkła odpuszczonego ze sztywną folią PVB mogą kwalifikować się do użytkowania zgodnie z normami krajowymi obowiązującymi w Belgii (NBN B 03-004 [3]), Włoszech (UNI 11678 [14]), Hiszpanii (UNE 85-238-91 [13]) i Słowacji (STN 74 3305: 2016 [17]). Wszystkie badania fizyczne zostały przeprowadzone przez certyfikowane laboratoria w każdym kraju, przy użyciu różnych aluminiowych systemów profili do mocowania balustrad oraz szkła Stratobel Strong firmy AGC [18] jako przykładowego szkła laminowanego z tafli szkła odprężonego (odpuszczonego), zawierające sztywną strukturalną folię PVB.

Tabela 1. Budynki mieszkalne (kategoria A)

Kraj	Obciążenie liniowe [kN / m]	Wysokość przyłożenia obciążenia liniowego [mm]	Skoncentrowane obciążenie [kN]	Obciążenie równomiernie rozłożone [kN / m^2]	Dokument referencyjny
UK	0,74	800 - 1100	0,5	1,0	BS 6180:2011
Belgia	0,5	1000	0,5	-	NBN B 03/004:2017
Niemcy	0,5	1100	-	-	DIN EN 1991-1-1/ NA 2010-12
Francja	0,6	1000 - 1100	-	-	NFP06-111-2 (NA of EN 1991-1-1) Cahier CSTB 3034 v.2:2018
Hiszpania	0,8	max. 1200	-	-	UNE 85-238-91
Włochy	1,0 (2,0 na balkonach i w przestrzeni publicznej	max. 1200	-	-	[12] i UNI 11678
Szwecja	0,5	1100	-	-	[10], [11]
Czechy	0,5	900 - 1200	-	-	CSN EN 1991-1

Tabela 2. Budynki biurowe (kategoria B)

Kraj	Obciążenie liniowe [kN / m]	Wysokość przyłożenia obciążenia liniowego [mm]	Skoncentrowane obciążenie [kN]	Obciążenie równomiernie rozłożone [kN / m^2]	Dokument referencyjny
UK	0,74	750 – 1100	0,5	1,0	BS 6180:2011
Belgia	1,0	1000	1,0	-	NBN B 03/004:2017
Niemcy	1,0	1100	-	-	DIN EN 1991-1-1/ NA 2010-12
Francja	0,6	1000 -1100	-	-	NFP06-111-2 (NA of EN 1991-1-1) Cahier CSTB 3034 v,2:2018
Hiszpania	0,8 max,	1200	-	-	UNE 85-238-91
Włochy	1,0 (2,0 na balkonach i w przestrzeni publicznej)	max. 1200	-	-	[12] and UNI 11678
Szwecja	0,5	1100	-	-	[10], [11]
Czechy	1,0	900 - 1200	-	-	CSN EN 1991-1

Tabela 3. Domy towarowe (kategoria D2)

Kraj	Obciążenie liniowe [kN / m]	Wysokość przyłożenia obciążenia liniowego [mm]	Skoncentrowane obciążenie [kN]	Obciążenie równomiernie rozłożone [kN / m^2]	Dokument referencyjny
UK	3,0	750 – 1100	1,5	1,5	BS 6180:2011
Belgia	1,0	1000	1,0	-	NBN B 03/004:2017
Niemcy	1,0	1100	-	-	DIN EN 1991-1-1/ NA 2010-12
Francja	1,0	1000 -1100	-	-	NFP06-111-2 (NA of EN 1991-1-1) Cahier CSTB 3034 v,2:2018
Hiszpania	0,8	max, 1200	-	-	UNE 85-238-91
Włochy	2,0	max, 1200	-	-	[12] i UNI 11678
Szwecja	1,0	1100	-	-	[10], [11]
Czechy	1,0	900 - 1200	-	-	CSN EN 1991-1

www.MASZYNY-SZKLARSKIE.PL
KUPNO ▪ SPRZEDAŻ ▪ DE-/MONTAŻE
NARZĘDZIA i AKCESORIA SZKLARSKIE, FILC TECHNICZNY
M: 608 66 99 21 ▪ E: WIESIA@MAZUR.PL
mazur.pl
GlasMaschinen.com
M: +48 606 98 44 24
E: KONRAD@MAZUR.PL
M: +49 176 827 305 58
REKLAMA

Tabela 4. Obciążenia dynamiczne przykładane do szklanych balustrad - uderzenie ciałem miękkim

Kraj	Impactor	Wysokość spadania lub energia elementu uderzającego	Dokument referencyjny
UK	-	-	BS 6180 odnosi się do EN 12600
Belgia	wahadło z 2 oponami	300 mm (cat. A) 450 mm (cat. B) 700 mm (cat. D)	NBN B 03/004:2017
Niemcy	wahadło z 2 oponami	700 mm	DIN 18008-4
Francja	wahadło z 2 oponami lub 50 kg worek ze szklanymi kulkami	700 J 900 J	Cahier CSTB 3034 v.2:2018
Hiszpania	50 kg worek ze szklanymi kulkami Ø3 mm	600 J	UNE 85-238-91
Włochy	wahadło z 2 oponami	700 mm (dla kat. A, B and D)	UNI 11678
Szwecja	-	-	[11] odnosi się do EN 12600
Czechy	wahadło z 2 oponami	450 mm (kt. A) 450 mm (kat. B) 950 mm (kat. D2) 200 mm (schody i rampy)	CSN 74 3305:2017

Tabela 5. Obciążenia dynamiczne przykładane do szklanych balustrad - uderzenie ciałem twardym

Kraj	Pomiar odporności na uderzenie	Wysokość spadania lub energia elementu uderzającego	Dokument referencyjny
UK	-	-	BS 6180
Belgia	-	-	NBN B 03/004:2017
Niemcy	-	-	DIN 18008-4
Francja	stalowa kula 500 g stalowa kula 1000 g	3 J 10 J	Cahier CSTB 3034 v.2:2018 NF DTU 39 P5:2017
Hiszpania	stalowa kula 500 g	3.75 J	UNE 85-238-91
Włochy	stalowa kula 1000 g	10 J	UNI 11678
Szwecja	-	-	[11]
Czechy	-	-	CSN 74 3305:2017

UWAGA 1: Ten test jest obowiązkowy tylko dla szkła zakrzywionego (giętego), nowych międzywarstw, nowych rodzajów szkła itp.

Tabela 6. Dopuszczalne ugięcie

Kraj	Dopuszczalne ugięcie (L = wysokość balustrady)	Dokument referencyjny
UK	L/65 lub 25 mm	BS 6180:2011
Belgia	15 mm dla obliczeń dla 2-stron L/200 lub 15 mm badania 25 mm	NBN B 03/004:2017
Niemcy	L/100	DIN 18008-2
Francja	35 mm	Cahier CSTB 3034 v.2:2018
Hiszpania	5L/1000	UNE 85-238-91
Włochy	100 mm	UNI 11678
Szwecja	-	-
Czechy	20 mm	CSN 74 3305:2017

Zasady projektowania, przepisy i normy w różnych krajach

Balustrady szklane są zaprojektowane zgodnie z różnymi normami krajowymi. Zachowanie balustrad było sprawdzane za pomocą symulacji komputerowych przy użyciu analizy elementów skończonych i było też badane w różnych laboratoriach.

Przegląd obciążeń statycznych generowanych przez użytkowników przykładanych do balustrad szklanych

W niektórych krajach obowiązują szczególne zasady wyznaczania obciążeń i projektowania balustrad szklanych. W krajach europejskich, w których nie opracowano szczegółowych zasad wyznaczania obciążeń, do identyfikacji obciążeń projektowych służy tabela 6.12 w normie europejskiej tzw. Eurokodzie 1. Tabele 1, 2 i 3 przedstawiają obciążenia balustrad w różnych krajach i według kryteriów stosowania w poszczególnych kategoriach budynków (kat. A – Budynki mieszkalne, kat. B - Budynki biurowe, kat. C – Obszary, w których mogą gromadzić się ludzie, kat. D – Budynki użyteczności publicznej np. sklepy).

Obciążenie wiatrem

Wszystkie budynki są narażone na oddziaływania wiatru, ale obciążenie wiatrem jest czasem zapominane w procesie oceny balustrad. Ponadto balustrady zachowują się jak ścianki wolnostojące i są narażone na silniejsze oddziaływania wiatru niż fasady. W wyższych budynkach obciążenie wiatrem może przekraczać obciążenie wynikające z oddziaływania użytkowników (np. parcia tłumu). Niektóre systemy balustrad i ich mocowanie do głównej konstrukcji budynku są zaprojektowane tak, aby wytrzymywać obciążenia działające tylko w jednym kierunku. Często zapominany jest fakt, że wiatr może działać w obu kierunkach (parcie i ssanie wiatru). Belgia i Francja mają określoną procedurę włączenia obciążenia wiatrem do procesu badań.

Dynamiczne oddziaływanie na balustrady

Balustrady jako bariery ochronne powinny chronić użytkowników przed różnymi zagrożeniami lub sterować ich przemieszczaniem się. Różne badania odporności na uderzenia zostały zaprojektowane w celu zapobiegania określonym wypadkom. Badania odporności na uderzeniem ciałem miękkim wykonywane są przez uderzenia wahadłem z dwiema gumowymi oponami lub workiem o masie 50 kg; badania te symulują uderzenie osoby w balustradę. Badanie odporności na uderzenie stalowej kuli symuluje przypadkowe upuszczenie narzędzia (uderzenie ciałem twardym). Badanie odporności na uderzenia (obciążenie dynamiczne) są testowane na różnych rzeczywistych konfiguracjach balustrady szklanej (różne konfiguracje szkła laminowanego, wymiary, system nośny i kotwienie do głównej konstrukcji). Normy niemiecka i czeska pozwalają na badanie odporności na uderzenie ciałem miękkim wykorzystując komputerową symulację i analizę metodą elementów skończonych. Tabele 4 i 5 opisują badania dynamiczne w wybranych krajach.

Kryteria użytkowania

Dopuszczalne ugięcie elementów konstrukcji jest określone w normach krajowych. Niektóre kraje zezwalają na duże ugięcie (Włochy), podczas gdy inne utrzymują bardzo surowe kryteria dotyczące użytkowania (Belgia).

Temperatura podczas badań

Temperatura podczas badań nie zawsze jest określona w przepisach krajowych. Jeśli o niej wspomniano, to mieści się w zakresie od 15°C do 25°C. We Francji

wyników badań nie można wykorzystać, gdy oczekuje się wyższej temperatury powierzchni (np. balustrady narażone na promieniowanie słoneczne). W UE tylko jedna norma krajowa wymaga testowania szklanych balustrad w określonej temperaturze: słowacka norma STN 74 3305:2016. Balustrady wykonane z kruchych materiałów (np. szklane) muszą wytrzymywać uderzenie wahadłem z dwiema oponami w temperaturze -15°C. W zależności od kategorii stosowania, w czasie badania opony zostaną upuszczone z wysokości 1000 lub 1400 mm.

Zachowanie się konstrukcji po pęknięciu tafli szklanych

Szkło jest kruchym materiałem. Jego zachowanie podczas przypadkowego pęknięcia i po nim jest trudne do przewidzenia i może różnić się w zależności od zastosowania, wymiarów, systemu nośnego, budowy laminatu, rodzaju szkła (hartowane ze wstępnie wprowadzonymi naprężeniami czy odprężone), rodzaju folii laminującej (międzywarstwy), warunków środowiskowych itp. Podczas projektowania balustrad ochronnych zachowanie po spękaniu szkła musi być analizowane. Tylko normy w takich krajach, jak Belgia, Włochy i Niemcy, wspominają o procedurze badawczej w przypadku spękania tafli szklanych.

Ochrona krawędzi balustrady szklanej

W Niemczech jest niedozwolone zamontowanie szklanych balustrad wolnostojących mających nieosłoniętą górną krawędź. W Wielkiej Brytanii poręcz jest obowiązkowa dla wszystkich balustrad szklanych, z wyjątkiem tych, w których stosuje się szkło laminowane z tafli szkła hartowanego, które pozostaje stabilne po spękaniu tafli szklanych. W Szwecji i Czechach poręcz jest obowiązkowa w przypadku balustrad na klatkach schodowych i pochylniach. Balustrady z niechronioną krawędzią górną są dozwolone w Belgii, Włoszech, Hiszpanii i Francji.

Inne szczegóły projektowania balustrad w Europie

Jak widać, wymagania dotyczące weryfikacji balustrad różnią się w zależności od kraju. W rzeczywistości w przypadku niektórych parametrów balustrady normy w poszczególnych krajach mogą między sobą się znacząco różnić. We Francji i we Włoszech musi zostać przebadana rzeczywista balustrada. Niedozwolone jest analizowanie symulacji numerycznej zamiast badań.

Zgodnie z francuską normą DTU 39 P5 stosowanie balustrad zamocowanych wzdłuż dolnej krawędzi wymaga oficjalnej aprobaty technicznej. Badania we Francji są zawsze przeprowadzane bez poręczy i przy minimalnej szerokości szkła. Wiadomo, że szersze wolnostojące balustrady są bardziej odporne na uderzenie ciałem miękkim niż wąskie balustrady.

Tabela 7. Wyniki badań w Belgii

Fixation Rail System	Laminated Glass Type and Thickness	Approval Test for Balustrade : Belgium NBN B 03–004				
		Static Load (SLS) + Max. Deflection		Static Load (ULS)	Dynamic Soft 50 kg	Approved Application
Fixation 1	88.2 Strong Annealed	0,5 kN/m + W cl. 1	15,6 mm	0,6 kN/m	OK	Residential A + wind cl. 1
Fixation 1	88.2 Strong Annealed	1 kN/m	28,8 mm			Not approved
Fixation 1	1010.2 Strong Annealed	1 kN/m + W cl. 4	15,2 mm	1,2 kN/m	OK	Office B + wind cl.4
Fixation 1	1010.2 Strong Annealed	1 kN/m + W cl. 5	27,3 mm	1,2 kN/m	OK	Not approved
Fixation 2	88.2 Strong Annealed	0,5 kN/m + W cl. 3	20,0 mm	0,6 kN/m	OK	Residential A + wind cl. 3
Fixation 2	1010.2 Strong Annealed	1 kN/m + W cl. 5	16,8 mm	1,2 kN/m	OK	Office B + wind cl.5
Fixation 3	1212.2 Strong Annealed	1 kN/m + W cl. 7	12,7 mm	1,2 kN/m	OK	Office B + wind cl. 7
Fixation 4	88.2 Strong Annealed	0,5 kN/m + W cl. 2	10,3 mm	0,6 kN/m	OK	Residential A + wind cl. 2
Fixation 5	88.2 Strong Annealed	0,5 kN/m + W cl. 2	Breakage	Breakage		Not approved
Fixation 6	1010.2 Strong Annealed	0,5 kN/m + W cl. 3	22,4 mm	0,6 kN/m	OK	Residential A + wind cl. 3
Fixation 6	1010.2 Strong Annealed	1 kN/m + W cl. 1	23,2 mm	1,2 kN/m	OK	Office B + wind cl.1
Fixation 6	1212.2 Strong Annealed	1 kN/m + W cl. 5	21,9 mm	1,2 kN/m	OK	Office B + wind cl.5
Fixation 7	88.2 Strong Annealed	0,5 kN/m	19,6 mm	0,6 kN/m	OK	Residential A no wind
Fixation 8	88.2 Strong Annealed	0,5 kN/m + W cl. 1	26,4 mm	1,2 kN/m	OK	Not approved
Fixation 8	1010.2 Strong Annealed	1 kN/m + W cl. 3	23,2 mm	1,2 kN/m	OK	Office B + C4 wind cl. 3
Fixation 9	1010.2 Strong Annealed	1 kN/m + W cl. 2	25 mm	1,2 kN/m	OK	Office B + wind cl. 2

Tabela 8. Wynik badań we Włoszech

Fixation Rail System	Laminated Glass Type and Thickness	Approval Test for Balustrade : Italy UNI 11678					
		Static Load (SLS) + Max. Deflection		Static Load (ULS)	Dynamic Soft 50 kg	Dynamic Hard	Approved Application
Fixation 10 - 4 clamps	88.2 Strong Annealed	1 kN/m	Breakage	Breakage			Not approved
Fixation 10 - 4 clamps	1010.2 Strong Annealed	2 kN/m	Breakage	Breakage			Not approved
Fixation 10 - 6 clamps	88.2 Strong Annealed	1 kN/m	18 mm	1,5 kN/m	OK	OK	Residential A
Fixation 10 - 6 clamps	1010.2 Strong Annealed	2 kN/m	29 mm	3 kN/m	OK	OK	Res. + Off. A - B- C1-C2-C4
Fixation 11	1010.2 Strong Annealed	2 kN/m	46,0 mm	3 kN/m	Breakage		Not approved
Fixation 12 (specific design)	1010.2 Strong Annealed	2 kN/m	74,1 mm	3 kN/m	OK	OK	Res. + Off. A - B- C1-C2-C4

Tabela 9. Wynik badań w Hiszpanii

Fixation Rail System	Laminated Glass Type and Thickness	Approval Test for Balustrade : Spain UNE 85-238-91					
		Static Load (SLS) + Max. Deflection		Static Load (ULS)	Dynamic Soft 50 kg	Dynamic Hard	Approved Application
Fixation 13	88.2 Strong Annealed	0,8 kN/m	71 mm	Breakage			Not approved
Fixation 13	1010.2 Strong Annealed	1,6 kN/m	153 mm	Breakage	OK	OK	Not approved
Fixation 14	88.2 Strong Annealed	0,8 kN/m	32,3 mm	1,2 kN/m	OK	Ok	Residential A
Fixation 14	1010.2 Strong Annealed	1,6 kN/m	42,7 mm	2,4 kN/m	OK	Ok	Office B and Public C1-C2-C3
Fixation 15	88.2 Strong Annealed	0,8 kN/m	37 mm	1,2 kN/m	OK	Ok	Residential A
Fixation 15	1010.2 Strong Annealed	1,6 kN/m	53 mm	2,4 kN/m	OK	Ok	Office B and Public C1-C2-C3

Tabela 10. Wynik badań na Słowacji

Fixation Rail System	Laminated Glass Type and Thickness	Approval Test for Balustrade : Slovak STN 74 3305				
		Static Load (SLS) + Max. Deflection		Static Load (ULS)	Dynamic Soft 50 kg	Approved Application
Fixation 12 - 6 clamps	1010.2 Strong Annealed				OK, 824 Joules	Approved
Fixation 12 - 4 clamps	1010.2 Strong Annealed				OK, 903 Joules	Approved

Badania odporności na obciążenie statyczne i dynamiczne, wyniki i dyskusja

Przeprowadziliśmy wiele badań w notyfikowanych i certyfikowanych laboratoriach w każdym kraju. Wyniki przedstawione w tym artykule są wynikami badań zgodnych z procedurami opisanymi szczegółowo w normach krajowych, jak przedstawiono w tabelach. Szczegóły każdego wyniku są dostępne w oficjalnym raporcie każdego certyfikowanego laboratorium. Oznacza to, że jeśli raport jest pozytywny, kompletny system – mocowanie balustrady oraz szkło laminowane ze sztywną folią PVB i taflami ze szkła odprężonego – może być używany w kraju do rzeczywistych projektów. Przetestowaliśmy 15 rodzajów aluminiowych profili mocujących dostarczanych przez największych dostawców: Onlevel 60 (system mocowania: boczny i górny); Aluminco linia Crystal, A20 i L; Massimo Logli Defender 450; Faraone Ninfa 4 i Ninfa 5; Comeza SV (system mocowania: boczny i górny); Q-railing Easy Eco.

Profile aluminiowe i szkło są instalowane i mocowane w laboratorium zgodnie ze standardową instrukcją montażu balustrady dostarczaną przez dostawcę. We wszystkich przypadkach zastosowano szyby laminowane Stratobel Strong z tafli szkła odprężonego (wycięte z dużych arkuszy szkła typu JUMBO) z krawędziami szlifowanymi. Badaliśmy wiele grubości szkła: 88,2, 1010,2 i 1212,2. We wszystkich przypadkach testujemy balustradę o szerokości 100 cm i wysokości od 100 do 120 cm, zgodnie z lokalnymi krajowymi przepisami.

Testy fizyczne zgodnie z belgijską normą NBN B 03-004:2017

Testy te przeprowadzono w następującym laboratorium: WTC-CSTC Center Scientifique et Technique de la Construction, 1342 Limelette, Belgia. Zgodnie z definicją belgijskiej normy uwzględniono obciążenie wiatrem wg normy EN 1991-1-4 *Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.*

REKLAMA
Profesjonalne masy uszczelniające
PROVENTUSS®
Inspired since 15 years
Proventuss Polska Sp. z o.o., ul. Flisa 4, 02-247 Warszawa
tel. +48 22 122 85 40, fax +48 22 122 85 44, e-mail: biuro@proventuss.eu, www.proventuss.eu

Kilka wyników jest pozytywnych w przypadku szkła laminowanego z tafli szkła odpuszczonego (float) i sztywnego PVB, co oznacza, że te kompletne systemy mogą być stosowane w Belgii w testowanej konfiguracji. Wnioski te są zgodne ze znanymi wynikami [1]. Oczywiste jest, że ten sam test przeprowadzony z innym rodzajem profilu aluminiowego nie da tego samego wyniku z powodu różnych wytrzymałości, sztywności i wymiarów profila. Oznacza to, że każdy system mocowania musi zostać przetestowany i zatwierdzony zgodnie z przepisami krajowymi. W przypadku ustawodawstwa belgijskiego widzimy, że kryterium maksymalnego ugięcia jest najbardziej restrykcyjne. W tym punkcie zastosowanie sztywnej folii PVB ma kluczowe znaczenie dla zmniejszenia ugięcia (odkształcenia) pod obciążeniem liniowym [1].

Testy fizyczne według włoskiej normy UNI 11678

Testy te zostały przeprowadzone w laboratorium obsługiwanym przez dostawcę systemów balustrad. Wyniki zostały potwierdzone podczas końcowego testu przeprowadzonego w oficjalnym, certyfikowanym laboratorium: Politecnico di Milano, Laboratorio Prove Materiali, 20133 Mediolan, Włochy. Kilka wyników jest pozytywnych w przypadku szkła laminowanego z tafli szkła odprężonego (float) i sztywnej folii PVB, co oznacza, że te kompletne systemy mogą być używane we Włoszech w testowanej konfiguracji. Oczywiste jest, że ten sam test przeprowadzony z innym rodzajem profila nie da tego samego wyniku, zwłaszcza w przypadku odkształcenia, z uwagi na własną sztywność mocowania.

System mocowania nr 11 spełnił wymagania odporności na obciążenie statyczne, ale zawiódł przy dynamicznym uderzeniu ciałem miękkim 50 kg. Ponadto przetestowaliśmy ten sam profil mocujący, ale z użyciem polimerowych klinów mocujących w konfiguracji 4-blokowej i 6-blokowej na metr bieżący profila aluminiowego. Wyniki były lepsze i pozytywne w przypadku konfiguracji 6-blokowej. Liczba klinów – bloków mocujących – miała również wpływ na wytrzymałość i wyniki ze względu na bardziej równomierny rozkład naprężeń wzdłuż profila aluminiowego do liniowego mocowania szkła. Ten wynik sugeruje, że należy przetestować pełne liniowe systemy blokujące, ale nie zostało to jeszcze zrobione. Jeden dostawca zmodyfikował również swój system profili mocujących szkło i zaprojektował specjalny profil do mocowania szkła laminowanego z tafli szkła odprężonego. To podejście dało doskonałe wyniki (patrz tabela 8, system mocowania nr 12).

Testy fizyczne według hiszpańskiej normy UNE 85-238-91

Testy te zostały przeprowadzone w laboratorium obsługiwanym przez dostawców balustrad. Wyniki zostały potwierdzone w teście końcowym przeprowadzonym w oficjalnym certyfikowanym laboratorium: Applus + Laboratories, 08193 Barcelona, Hiszpania. W tym konkretnym przypadku oprócz uderzenia ciałem miękkim należy również rozważyć uderzenie ciałem twardym, zgodnie z wymogami hiszpańskich norm.

Fot. 3 i 4. Zachowanie po pęknięciu szkła laminowanego ze sztywną folią PVB

Kilka wyników jest pozytywnych w przypadku szkła laminowanego z tafli szkła odprężonego i sztywnej folii PVB, co oznacza, że te kompletne systemy można stosować w Hiszpanii w testowanej konfiguracji. Ustalenia te w pełni potwierdzają wyniki uzyskane zgodnie z normami belgijskimi i włoskimi.

Mocowanie nr 13 nie jest wystarczająco sztywne i nie może wytrzymać obciążenia statycznego ULS. Po każdym teście należy go ponownie wyregulować, ponieważ system unieruchamiający szkło nie jest stabilny. Potwierdza to, że każdy system mocowania musi zostać przetestowany i zatwierdzony zgodnie z odpowiednimi przepisami krajowymi. Wszystkie testowane systemy ze szkłem odprężonym i sztywną folia PVB przeszły test udarności.

Interesujące jest odnotowanie zachowania przy pękaniu w przypadku szkła laminowanego z taflami szkła odprężonego i ze sztywną folią PVB (patrz rys. 3 i 4). W pobliżu szyny pojawiło się pęknięcie w postaci wielu wyrównanych fragmentów o średniej wielkości. Jest to całkowicie odmienne od rozbicia szkła poddanego obróbce cieplnej, a także różni się od rozbicia monolitycznego szkła odprężonego. Ten rodzaj stłuczenia jest bezpieczny, ponieważ szkło pozostaje w pozycji pionowej i nadal zapobiega upadkowi osób. Podobne zachowanie przy spękaniu (rozbiciu) szkła zaobserwowano dla obciążenia dynamicznego i statycznego.

Testy fizyczne według słowackiej normy STN 74 3305:2016

Wszystkie poprzednie ustalenia uzyskano w standardowej temperaturze w zakresie 20°C (±5°C), jak określono w normach krajowych.

Test przeprowadziliśmy zgodnie ze słowacką normą STN 74 3305:2016, ponieważ jest to jedyny kraj, w którym przepisuje się badania w innej temperaturze, tj. -15°C.

Testy przeprowadzono w oficjalnym certyfikowanym laboratorium: Technicy a Skusobny Ustav Stavebny, Skusobne laboratorium, 82104 Bratysława, Słowacja. Testowany system zawierający szkło odprężone 1010.2 ze sztywną folią PVB przeszedł test odporności na uderzenia ciałem miękkim (najbardziej krytyczny) w niskiej temperaturze.

Wnioski

Ze względu na brak europejskich norm dotyczących wymiarowania szkła, balustrada ze szkła strukturalnego podlega złożonym regulacjom lokalnych norm krajowych, które są różne i które określają specjalne wymagania dotyczące statycznych i/lub dynamicznych testów kompletnych systemów.

Zaprezentowaliśmy te różne wymagania zgodnie z różnymi normami krajowymi i pokazaliśmy, jak mogą być one całkowicie różne, a czasem nawet

sprzeczne. Na przykład wymagania mogą być bardziej rygorystyczne w niektórych krajach, takich jak Włochy w odniesieniu do obciążenia statycznego lub w Belgii w odniesieniu do maksymalnego ugięcia.

Wykorzystując kilka różnych krajowych norm dotyczących badań fizycznych, wykazaliśmy, że użycie kombinacji sztywnej folii (międzywarstwy) PVB ze szkłem odprężonym może być dopuszczalne i bezpieczne do stosowania w balustradach przy użyciu ciągłego liniowego systemu mocowania z użyciem profilu aluminiowego. Szkło laminowane z odprężonych tafli może być rozwiązaniem zastępującym szkło laminowane z użyciem tafli szkła hartowanego lub wzmacnianego termicznie w nowoczesnych systemach mocowania liniowego.

Zachowanie po stłuczeniu (spękaniu) szkła laminowanego z taflami szkła odprężonego i sztywną folią (miedzywarstwą) PVB jest bezpieczne, ponieważ szkło pozostaje w pozycji pionowej i nadal zapobiega upadkowi osób.

Niestety, nie wszystkie przetestowane systemy mocowania balustrad przyniosły pozytywne wyniki, a wymagania różnią się w zależności od kraju. W związku z tym użycie szkła laminowanego z odprężonych tafli szkła i ze sztywną folia PVB jest dopuszczalne tylko po przetestowaniu kompletnego systemu (szkło + mocowanie) zgodnie z normami krajowymi.

Na koniec zalecamy zawsze stosowanie przetestowanych i zatwierdzonych systemów pod względem odpowiedniego obciążenia, grubości szkła i rodzaju mocowania liniowego. Symulacji cyfrowej można używać do wstępnego określania i oceny potencjalnych projektów, ale testy fizyczne są zawsze potrzebne, aby zweryfikować aspekty nieobjęte symulacją cyfrową, głównie zakotwiczenie w głównej konstrukcji (strukturze) budynku i sztywności profilu.

Zastosowanie szkła laminowanego z odprężonych tafli szkła ze sztywną folią PVB ma wiele zalet: mniej skomplikowana i kosztowna produkcja, krótkie czasy dostawy wynikające z możliwości użycia produktów zgromadzonych w magazynie, idealnie płaska i przezroczysta estetyka bez zniekształceń optycznych, brak ryzyka pęknięcia spontanicznego spowodowanego zawartością NiS, doskonałe polerowanie krawędzi i niższe ryzyko rozwarstwienia.

Przyszłość polega na przetestowaniu większej liczby systemów mocowania w odniesieniu do norm krajowych. System mocowania liniowy (ciągły) bez punktowych zacisków wydaje się szczególnie interesujący i należy go przebadać. Wprowadzenie europejskiej metodyki projektowania szkła, a zwłaszcza europejskiej normy do badania balustrad, będzie wspierać rozwój tej obiecującej, nowej technologii. ■

AUTOR

Ir. ***Hugues Lefevre***
AGC Glass Europe, Belgia

AUTOR

Ing. ***Anna Šikyňova***
AGC Glass Europe, Belgia

Artykuł został oparty na wykładzie zaprezentowanym na Konferencji GLASS PERFORMANCE DAYS 2019, która odbyła się w dniach 26-28 czerwca 2019 r. w Tampere w Finlandii

Bibliografia

[1] W. Stevel: *Projektowanie i testowanie odprężonych szklanych tafli balustradowych połączonych za pomocą strukturalnej folii laminujące (międzywarstwy) z PVB (Design and testing of annealed glass balustrade panels using structural PVB interlayer).* Proceeding Glass Performance Days (Tampere Finlandia), s. 169-171, 2015.

[2] BS 6180:2011 (norma brytyjska) *Balustrady (bariery) w budynkach i wokół nich - Kodeks postępowania (Barriers in and about buildings – Code of practice),*

[3] NBN B 03-004:2017 (norma belgijska) *Mury budynków (Borstweringen van gebouwen),*

[4] DIN 18008-4:2013-07 *Szkło w budownictwie. Zasady projektowania i wykonania. Cz. 4 Dodatkowe wymagania dla szklanych balustrad ochronnych (Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln - Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen),*

[5] DIN EN 1991-1-1 / NA: 2010-12 *Załącznik krajowy – Parametry określane na szczeblu krajowym – Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach,*

[6] NF EN 1991-1-1:03.2003, P06-111-1, Eurokod 1: *Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-1: Oddziaływania ogólne -- Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach,* AFNOR, 2003.

[7] FD DTU 39 P5: 07.2017, P78-201-5, DTU 39 *Prace budowlane – Wybór szkła w zależności od narażenia na ryzyko obrażeń – Część 5: Wskazówki dla projektantów (DTU 39 – Travaux de batiment – Choix des vitrages en fonction of l'exposition aux risques de blessures – Partie 5: memento pour les maitres d'oeuvre),* AFNOR, 2017.

[8] Cahier 3034_V2: 10.2018, DTU 39 – *Prace budowlane – Wybór szkła w zależności od narażenia na ryzyko obrażeń – Część 5: Wskazówki dla projektantów (DTU 39 – Travaux de batiment – Choix des vitrages en fonction de l'exposition aux Risques de blessures – Partie 5: Memento pour les maitres d'oeuvre),* CSTB, 2018.

[9] CTE DB–SE–AE: 04.2009, *Dokument podstawowy – Bezpieczeństwo konstrukcji – Oddziaływania budowlane, Ministerstwo Rozwoju (Documento Basico – Seguridad Estructural – Acciones en la edificacion),* 2009.

[10] Obowiązkowe przepisy dotyczące Projektowania konstrukcji zmieniające obowiązkowe przepisy zarządu i ogólne zalecenia (2011: 10) w sprawie stosowania europejskich norm projektowych (Eurokodów), wersja skonsolidowana EKS – ostatnio zmieniona BFS 2013: 10 EKS 9, 2013. (Boverket mandatory provisions amending the board's mandatory provisions and general recommendations (2011:10) on the application of European design standards (Eurocodes), EKS Consolidated Version – as last amended by BFS 2013:10 EKS 9, 2013)

[11] Obowiązkowe przepisy i ogólne zalecenia dotyczące Projektowania konstrukcji (Boverket mandatory provisions and general recommendations), BBR, Boverket, 2019.

[12] Instrukcje dotyczące projektowania, wykonywania i kontroli budynków ze szklanymi elementami konstrukcyjnymi (Istruzioni for la Progettazione, l'Esecuzione and il Controlo di Costruzioni con Elementi Strutturali di Vetro), CNR–DT 210/2013, ROMA – CNR, 2013.

[13] UNE 85–238–91 (norma hiszpańska) *Balustrady – metody badań (Barandillas – Metodos de ensayo),* AENOR, 1991.

[14] UNI 11678:2017 *Szkło budowlane – Szklany element wypełniający z funkcją zapobiegającą upadkowi – Odporność na statyczne obciążenie liniowe i obciążenie dynamiczne – Metody badań (Vetro per edilizia – Element tamponamento in vetro aventi funzione anticaduta – Resistenza al carico statico lineare and carico dinamico – Metodi di Prova),* UNI, 2017.

[15] ČSN EN 1991–1–1 (730035), Eurokod 1: *Obciążenia strukturalne – Część 1–1: Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach (Eurokod 1: Zatiženi konstrukci – Část 1–1: Obecna zatiženi –Objemove tihy, vlastni tiha a užitna zatiženi pozemnich staveb), UNMZ,* 2004.

[16] ČSN 74 3305 (743305) (norma czeska) *Balustrady ochronne (Ochranna zabradli),* UNMZ, 2017.

[17] STN 74 3305 (norma słowacka) *Balustrady ochronne (Ochranne zabradlia),* UNMS SR, 2014.

[18] AGC Stratobel Strong www.agcyourglass.com/be/en/products/stratobel/strong

[19] EN 1991–1–4 Eurokod 1: *Oddziaływania na konstrukcje – Część 1–4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru*

Najbliższe konferencje:
GPD CHINA 2020
GPD SOUTH AMERICA 2020
GPD FINLAND 2021
Więcej informacji: www.gpd.fi

Wysoko, coraz wyżej – w Londynie, Dubaju i nie tylko

Drapacze chmur tworzą unikalną panoramę wielu metropolii na całej kuli ziemskiej. Swój blask i lekkość zawdzięczają w dużej mierze materiałowi budowlanemu, jakim jest szkło. Zapewnia ono użytkownikom niczym nieograniczone widoki, maksymalny dopływ światła dziennego, a przy tym jest stosunkowo tanie.

Principal Tower zachwyca wyglądem – i osiągami technicznymi

Dzięki swojej 162-metrowej, eleganckiej szklanej fasadzie, ukończony 50-piętrowy wieżowiec Principal Tower, zlokalizowany na obrzeżach modnej dzielnicy londyńskich artystów Shoreditch, w połowie 2019 r. stał się imponującym elementem panoramy Londynu.

W budynku zaprojektowanym przez firmę Foster + Partners, kolejne kondygnacje tworzą transparentne warstwy zlokalizowane między delikatnymi, poziomymi pasami wyznaczającymi poszczególne poziomy fasady. Filigranowy wygląd wieżowca to zasługa zastosowania wielkoformatowych powierzchni szklanych w przegrodach zewnętrznych. Ze względu na wymiary budynku, w wysoce energooszczędnej ścianie osłonowej trzeba było wziąć pod uwagę każdy szczegół – łącznie z ramkami dystansowymi. Ten niepozorny element konstrukcyjny odgrywa bardzo ważną rolę, zwłaszcza przy budowie przeszklonych wieżowców. Poprawia on izolacyjność krawędzi szyby zespolonej i pozwala na stałe utrzymanie równoległości szyb wchodzących w skład pakietu.

Zastosowanie wielkopowierzchniowych przeszkleń zapewnia dużą ilość światła dziennego w pomieszczeniach, a ciepłe ramki dystansowe SWISSPACER – maksymalną efektywność energetyczną. © Foster + Partners

Z tego powodu projektanci zdecydowali się na zastosowanie ciepłej ramki dystansowej SWISSPACER ULTIMATE. Dzięki specjalnej folii gazo- i paroszczel-

W eleganckiej, 162-metrowej szklanej fasadzie londyńskiego wieżowca Principal Tower wykorzystane zostały energooszczędne ramki dystansowe SWISSPACER. © Foster + Partners

Wieżowiec Torre de Cristal w Madrycie: 249 metrów, 52 kondygnacje – wszystkie elementy szklane wyposażono w ramki dystansowe SWISSPACER. © SWISSPACER

Ramki dystansowe SWISSPACER znalazły również zastosowanie w wieżowcu Turning Torso w Malmö, Szwecja. © SWISSPACER

nej zapobiega ona z jednej strony ucieczce gazu z przestrzeni międzyszybowej, a z drugiej – wnikaniu do niej pary wodnej z zewnątrz. Zastosowanie szyb zespolonych i ciepłej ramki dystansowej pozwala ponadto zapewnić optymalną izolację termiczną w około 300 lokalach mieszkalnych znajdujących się w wieżowcu. Pozwala to na znaczne obniżenie kosztów energii i zwiększa komfort przebywania w pomieszczeniach dzięki skutecznemu zapobieganiu przeciągom spowodowanym przez ruch zimnego powietrza i występowaniu kondensacji na oknach.

Kompensacja ciśnienia na dużych wysokościach

Tendencja do wznoszenia coraz większej liczby i coraz wyższych wieżowców utrzymuje się na całym świecie: najwyższy obecnie budynek na świecie, 828-metrowy Burj Khalifa w Dubaju, za kilka miesięcy straci palmę pierwszeństwa na rzecz Jeddah Tower o planowanej wysokości 1007 metrów.

Tak duża wysokość szklanych elewacji stawia istotne wyzwania przed architektami i projektantami. Wynika to m. in. z dużych różnic ciśnienia i temperatury powietrza pomiędzy poziomem parteru a najwyższą kondygnacją budynku, które prowadzą do różnych obciążeń klimatycznych w szybie zespolonej. Na dużych wysokościach poszczególne szyby mogą wybrzuszać się na zewnątrz, a w niskich temperaturach występuje efekt odwrotny – szyby zbliżają się do siebie.

Im bardziej zróżnicowane są obciążenia klimatyczne w przypadku danego wieżowca, w tym większym stopniu zmienia się na niekorzyść wygląd jego elewacji. Oprócz pogorszenia estetyki, naprężenia w obrębie uszczelnienia krawędzi mogą prowadzić do pogorszenia jakości i pękania szyb. Co oczywiste, w przypadku bardzo wysokich budynków wymiana uszkodzonych szyb wiąże się z kolei z dużym nakładem kosztów i czasu.

SWISSPACER Air: unikalne rozwiązanie dla wysokich budynków

Firma SWISSPACER opracowała atrakcyjne ekonomicznie i możliwe do zastosowania na skalę przemysłową rozwiązanie tego problemu. Element w postaci małej, cylindrycznej, metalowej tulejki ze zintegrowaną membraną może być wkręcany w ramkę dystansową i pozostaje niewidoczny w przestrzeni międzyszybowej. Umożliwia on powolne wyrównanie nad- lub podciśnienia, przeciwdziałając w ten sposób obciążeniom klimatycznym. Z jednej strony zapewnia to jakość i trwałość zamontowanych elementów okien i fasad; z drugiej – upraszcza logistykę towarzyszącą procesowi budowy, ponieważ różnice w wysokości pomiędzy miejscem produkcji i użytkowania lub na szlakach transportowych mogą prowadzić do naprężeń w szybie zespolonej i uszkodzenia krawędzi szkła. Natomiast w szybach zespolonych wyposażonych w SWISSPACER Air następuje ciągła kompensacja ciśnienia, dzięki czemu elementy budowlane docierają na plac budowy bez uszkodzeń. Jest to niezaprzeczalna zaleta w przypadku budowy wieżowców, biorąc pod uwagę ogromne ilości komponentów niezbędnych do ich realizacji.

Produkty SWISSPACER znalazły zastosowanie w wielu znanych wieżowcach na całym świecie – w fasadzie MoMA w Nowym Jorku, wieżowcu Gherkin w Londynie, madryckim Torre de Cristal czy w budynku Turning Torso w Malmö. SWISSPACER Air posiada aprobatę DIBt i otwiera nowe możliwości w zakresie projektowania, konstrukcji i realizowania procesu budowy kolejnych szklanych gigantów.

Dalsze informacje dostępne są na stronie **www.swisspacer.com**

AUTOR

Janina Brielmann
SWISSPACER Vetrotech Saint-Gobain (International) AG

Powłoka z ETFE – osłona przeciwsłoneczna do zastosowań architektonicznych Część 2

W 1982 r. ukończono budowę pierwszego budynku z systemem folii ETFE (tetrafluoroetylen etylenu) dla Burger's Zoo w Arnhem, w Holandii. Jedną z głównych cech ETFE jest wysoka przezroczystość w całym spektrum słonecznym, od światła UV (280-380 nm), poprzez światło widzialne (380-780 nm) do promieniowania bliskiej podczerwieni (780-3000 nm).

Drukowanie i nakładanie powłok na ETFE

Drukowanie i powlekanie na foliach wykonanych z tetrafluoroetylenu etylenu (ETFE) jest technicznie bardzo wymagające, zarówno pod względem formułowania systemów lakierów, jak i procesu fizycznego powlekania. Jest to konsekwencja zarówno właściwości materiału samej folii, jak i szerokiego zakresu naprężeń środowiskowych, które drukowana folia musi wytrzymać jako główny element systemu okładzin zewnętrznych.

Podstawowe cechy materiałowe folii ETFE, które wpływają na przyczepność, spójność oraz stabilność fizyczną i chemiczną nakładanych powłok zarówno podczas nakładania, jak i użytkowania to:

1. Bardzo niska energia powierzchniowa, mniejsza niż 23 mN/m, która hamuje normalny mechanizm związany z przyczepnością do powierzchni.
2. Wysoki potencjał deformacji sprężystej i plastycznej pod obciążeniem – 400% wydłużenia może wystąpić pod naprężeniem jednoosiowym jeszcze przed zniszczeniem konstrukcyjnym.
3. Względnie niska temperatura topnienia, ok. 280°C.
4. Znaczny stopień przepuszczalności pary wodnej – dla folii ETFE grubości 200 µm przepuszczalność pary wynosi około 2 g/(m^{2}d)
5. Wysoki stopień transparentności w zakresie promieniowania UV – dla folii ETFE 200 µm transparentność dla promieniowania UV wynosi około 80%.

Zakres ekstremalnych obciążeń środowiskowych, które mogą być wymagane do wykonania kompletnego systemu okładzin na bazie ETFE, obejmuje:

1. Temperatura – systemy okładzinowe ETFE zostały zainstalowane w wielu strefach klimatycznych na całym świecie i muszą być w stanie wytrzymać temperatury zewnętrzne zarówno niskie (-40°C), jak i wysokie (+50°C).
2. Obciążenia wiatrem – zewnętrzne powłoki budynku podlegają dużym obciążeniom wiatrem o różnym czasie podmuchu i rozkładach obciążenia, powodując wysokie i nierówno rozłożone naprężenia w folii ETFE.
3. Obciążenia śniegiem – tworzą scenariusze obciążeń o długim czasie trwania, utrzymujące wysokie naprężenia w folii ETFE przez dłuższy czas.
4. Wysoka wilgotność, opady deszczu i kondensacja – w zależności od okoliczności mogą powodować na membranach okładzinowych ETFE gradienty ciśnienia pary w obu kierunkach.
5. Miejscowe gomadzenie się wody – niektóre scenariusze obciążeń obejmują możliwość pojawiania się miejscowych deflacji, co może powodować miejscowe gromadzenie się wody, wywołując skoncentrowane obciążenia i związane z nimi naprężenia.
6. Zwijanie, zginanie i wyboczenie – podczas procesu produkcyjnego, transportu i instalacji poduszek z folii ETFE może wystąpić narażenie pojedynczych warstw na wielokrotne lub ciągłe składanie i wyboczenie.

Oba zestawy parametrów (optycznych i wytrzymałościowych) określają przepisy i wymagania dotyczące składu powłoki i wynikające z niej właściwości mechaniczne i chemiczne, oraz wpływające na proces drukowania i systemy obróbki:

1. Przed powlekaniem powierzchnię folii ETFE należy poddać obróbce wstępnej za pomocą wyładowania koronowego lub plazmowego w celu podniesienia energii powierzchniowej. Najlepsze wyniki dotyczące przyczepności stwierdzono przy energii powierzchniowej około 56 mN/m. Aby osiągnąć te wartości, folie ETFE można obrabiać koronowo z jednej strony bezpośrednio podczas procesu wytłaczania. Niestety, efekt obróbki koronowej zmniejsza się z upływem czasu, dlatego zdecydowanie zaleca się przeprowadzenie tej obróbki bezpośrednio przed powlekaniem.
2. Po powlekaniu atrament musi zostać wysuszony w kanale suszącym poprzez kontrolowane doprowadzenie ciepła. Nie należy jednak dopuszczać, aby temperatury przekraczały 70°C, ponieważ stabilność mechaniczna folii ETFE jest bardzo wrażliwa na temperatury i może wystąpić odkształcenie, jeśli temperatura jest zbyt wysoka lub nierównomiernie rozłożona.
3. Proces przewijania z rolki na rolkę powoduje naprężenia wzdłużne w foliach. Jednak zbyt duże odkształcenie podłużne jest niedopuszczalne, ponieważ wiele krótkich odcinków folii musi być zespawanych, aby utworzyć większe arkusze do produkcji poduszek. Wzory drukowania muszą być idealnie wyrównane na spoinach, a określone znaki są drukowane wzdłuż krawędzi rolki, aby zapewnić prawidłowe wyrównanie przed spawaniem.
4. Jako główny element systemu okładzin folie będą odkształcane elastycznie i do pewnego stopnia plastycznie podczas okresu użytkowania. Przyczepność powłoki musi być wystarczająco mocna, aby wytrzymać naprężenia ścinające na granicy faz między folią a pigmentami, podczas gdy kohezja musi być wystarczająco elastyczna, aby przeciwdziałać rozerwaniu lub pękaniu matrycy.
5. Powłoka musi pozostać stabilna przy wilgotności 100% w poduszce przy jednocześnie wysokich temperaturach zewnętrznych. Pomimo ciśnienia przepuszczalności pary wodnej ani degradacja, ani tworzenie się osadów z powodu mikropęknięć i mikrokanalizacji jest niedopuszczalne.
6. Powłoka musi wykazywać długoterminową stabilność i odporność na UV.
7. Powłoka musi zachować przyczepność i spójność pod wpływem naprężeń dynamicznych od obciążenia wiatrem w szerokim zakresie temperatur materiału od -40°C do +80°C.
8. Powłoka musi zachować przyczepność i spójność w obszarach o dużym obciążeniu i wyboczeniu obwodowym wywołanym przez obciążenia śniegiem.
9. Powłoka musi zachować przyczepność i spójność w zlokalizowanych strefach dużego naprężenia spowodowanego zginaniem i wyboczeniem podczas spawania, a także czynnościami produkcyjnymi i montażowymi.
10. Aby ułatwić wiele scenariuszy spawania produkcyjnego, konieczna jest możliwość precyzyjnego usuwania powłok z miejscowych obszarów folii. Pomimo potrzeby bardzo wysokiego poziomu stabilności w wielu wyżej wymienionych okolicznościach, musi być również możliwe ekonomiczne, skuteczne i bezpieczne usuwanie powłok, gdy jest to wymagane w ramach procesu produkcji okładziny.

Opracowanie tuszu do drukowania na ETFE

W ścisłej współpracy z firmą specjalizującą się w badaniach i produkcji lakierów i farb Vector Foiltec opracował system powłok do stosowania z foliami ETFE w 1990 r. i podjął rygorystyczne testy jego zastosowania w zautomatyzowanym procesie produkcji wklęsłodruku. Pierwsze zastosowanie architektoniczne tego systemu drukowania miało miejsce na dachu atrium ETFE w Instytucie Badawczym Schlumberger w Cambridge, Wielka Brytania, w 1992 roku.

Tabela 2. Ulepszanie właściwości materiałów drukarskich

	T_{UV}	T_{vis}	T_{sol}	R_{UV}	R_{vis}	R_{sol}	Emissivity
	%	%	%	%	%	%	
R01249	41,9	41,7	41,4	30,8	39,9	39,7	0,56
R78185	9,7	12,6	12,8	38,2	51,5	51,1	0,47
H318105	6,6	7,2	7,1	48,4	57,7	54	0,43
H560110	2,5	2,7	2,6	53,9	56,6	55,4	0,4

Osiem lat później technologia została przeniesiona do niemieckiej firmy poligraficznej i od tego czasu stała się standardowym systemem drukowania na ETFE do zastosowań architektonicznych. W związku z tym z tej technologii korzystają obecnie prawie wszyscy dostawcy systemów okładzin ETFE. Z wyjątkiem budynków zoologicznych i botanicznych, w których wymagany jest wysoki poziom przepuszczalności promieniowania słonecznego, druk jest stosowany w prawie wszystkich instalacjach okładzin ETFE w celu kontrolowania przychodzącego promieniowania słonecznego.

Vector Foiltec nieustannie pracuje nad dalszą optymalizacją składu farby drukarskiej do wyłącznego użytku w swoich produktach okładzinowych ETFE, ze szczególnym naciskiem na lepszą wydajność systemu, zrównoważenie środowiskowe oraz bezpieczeństwo i higienę pracy. W 2010 r. osiągnięto znaczne postępy w zakresie poprawy gęstości optycznej i współczynnika odbicia, współpracując ścisle z firmą w Austrii, specjalizującą się w drukowaniu zabezpieczeń na banknotach, co przyczyniło się do powstania ogromnych zasobów laboratoryjnych i badawczych. Nowy tusz był oparty na lakierze akrylowym, w przeciwieństwie do wcześniej używanych lakierów z żywicy fluoropolimerowej, umożliwiając stosowanie znacznie mniejszej ilości szkodliwych rozpuszczalników do usuwania drukowanego tuszu do celów spawalniczych.

Ciągłą poprawę w zakresie zdolności ochrony przeciwsłonecznej specjalistycznych farb drukarskich ETFE pokazano w tabeli 2 (nowszy system na bazie akrylu jest oznaczony literą H, a poprzedni system żywiczny literą R).

W przypadku standardowego 3-warstwowego systemu poduszek ETFE, podobnego do stosowanego w fazie III „The Avenues Mall" w Kuwejcie (przezroczysta folia zewnętrzna 200 µm, przezroczysta folia środkowa 80 µm i przezroczysta folia wewnętrzna 200 µm, folia zewnętrzna wydrukowana na wewnętrznej stronie za pomocą DH 4: 84, matryca heksagonalna 4 mm z pokryciem 84%), wartości g obliczone dla 4 różnych systemów drukowania byłyby następujące:

g (R01249) = 0,46
g (R78185) = 0,25
g (H318105) = 0,21
g (H560110) = 0,18

Należy zauważyć, że charakterystyka przepuszczalności i odbicia zarówno dla części widzialnej T_{vis}, jak i dla transmisji energii słonecznej T_{sol} są ściśle dopasowane. Zmniejszony zysk ciepła od promieniowania słonecznego w wyniku zwiększenia procentu pokrycia powierzchni atramentu i/lub współczynnika odbicia spowoduje podobne zmniejszenie przepuszczalności światła widzialnego w tych systemach powłokowych.

System „Vario" Texlon®

System Texlon® „Vario" został opracowany w celu zapewnienia rozwiązania okładzinowego, które może reagować na zmieniające się wymagania w zakresie kontroli nasłonecznienia lub przepuszczalności światła widzialnego w odpowiedzi na wymagania klientów lub zmiany otoczenia zewnętrznego. System może być wyzwalany do przełączania trybów przez automatyczne sterowanie z wykorzystaniem czujników lub ręczne naciśnięcie przycisku.

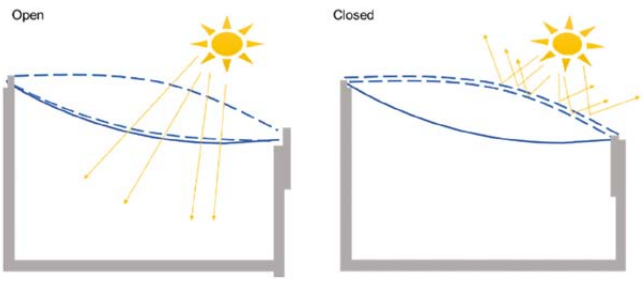
PRENUMERATA 2020! START ZA DARMO!*

Prenumerata roczna:
wersja drukowana 159 zł
wersja elektroniczna 119 zł

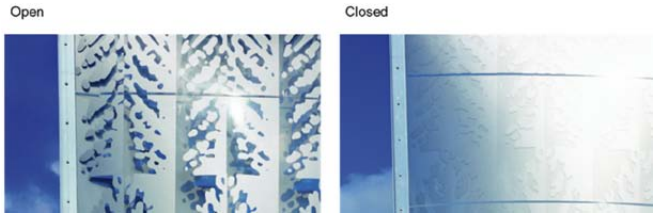
Zamów prenumeratę Świata Szkła na 2020 r., a otrzymasz 3 wydania GRATIS!!!**

prenumerata@euro-media.pl, 22 535 32 27, www.e-czasopisma.net

* Oferta dla nowych prenumeratorów
** Wydania gratisowe od 10/2019 do 12/2019



Rys. 4. System Texlon® Vario – system sterowania oddziaływaniem promieniowania słonecznego uruchamiany przyciskiem



Fot. 6. System Texlon® Vario w pawilonie „Duales System", Expo 2000 w Hanowerze, Niemcy

Podstawowe funkcje systemu pokazano na rys. 4.

W standardowym układzie „Vario" dwie najbardziej zewnętrzne warstwy trójwarstwowego panelu są drukowane z komplementarnym drukiem offsetowym na ich skierowanych do wewnątrz powierzchniach. Środkową lub wewnętrzną warstwę drukowaną można przesunąć w górę, aby oprzeć się o najwyższą warstwę drukowaną lub w dół, aby spotkać dolną warstwę, pompując powietrze z jednej strony środkowej folii do drugiej i tworząc komorę ciśnieniową poniżej lub powyżej środkowej folii.

W pozycji otwartej środkowa folia jest popychana w dół, a rozproszone i bezpośrednie padające światło może przechodzić przez czyste obszary folii między zadrukowanymi wzorami na obu warstwach folii. Przesunięcie zadrukowanej warstwy środkowej w górę, aby spotkać się z górną warstwą, częściowo lub całkowicie, pokrywa czyste obszary każdej folii zadrukowanymi warstwami drugiej, zmniejszając całkowity obszar przezroczystej folii, przez który może przechodzić promieniowanie słoneczne. Zmianę całkowitej powierzchni nadruku na każdej z dwóch warstw folii i stopień nakładania się przy rejestracji dwóch warstw można wykorzystać do dostosowania wydajności projektowej dowolnego systemu zarówno w trybie otwartym, jak i zamkniętym, dla spełnienia wymagań lokalnego środowiska.

Właściwości optyczne i termiczne systemu Texlon® "Vario" w jednej z wielu różnych kombinacji wzorów nadruku (SQM 200-197: 45 ciemnych) dla pozycji otwartej i zamkniętej podano w tabeli 3.

Przepuszczalność światła słonecznego wynosi 10% w pozycji zamkniętej i 26% w stanie otwartym, a powiązana wartość g lub współczynnik przepuszczania ciepła słonecznego SHGC wynoszą: 0,14 w stanie zamkniętym i 0,37 w stanie otwartym. Należy zauważyć, że w standardowym ustawieniu środkowa folia zawsze styka się z górną lub dolną folią, odpowiednio w pozycji zamkniętej lub otwartej. A zatem do celów izolacji termicznej jest to zawsze system jednokomorowy z odpowiednią wartością U około 2,78 W/m^{2}K.

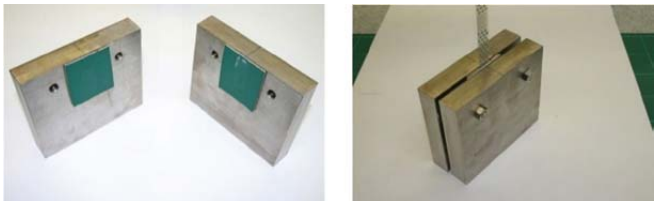
Procedury testowe (badawcze) dla powłok na ETFE

Jak przedstawiono powyżej, wymagania dotyczące stabilności powłok ETFE w zastosowaniach do okładzin budowlanych są surowe, jednak nadal musi być możliwe skuteczne usuwanie tych powłok w ramach procesu produkcyjnego. Prawdopodobnie najbardziej wymagającą wydajnością ze wszystkich jest zachowanie przyczepności i kohezji w przypadku odkształceń długo- i krótkoterminowych, zwykle do 5%, z powodu dynamicznego obciążenia środowiskowego (zmienne oddziaływania atmosferyczne).

Klasyczne metody przyspieszonego starzenia w komorach klimatycznych symulujących deszcz, zmienne temperatury i wpływ promieniowania UV nie są zatem wystarczające do określenia odporności na starzenie powłok na foliach ETFE. Dawniej stosowane były standardowe metody testowe, takie jak określone w EN ISO 4892 [7] [8] i nie ujawniły one żadnej różnicy w odporności dla szeregu powłok ETFE. Jednak eksploatacyjne narażenie na czynniki zewnętrzne w makietach i niektórych instalacjach historycznych doprowadziło do pojawienia się przypadków pogorszenia jakości druku lub utraty przyczepności. Dlatego należało opracować nowe procedury testowe, aby sprostać wymaganiom dotyczącym długoterminowej stabilności systemów folii ETFE.

Długoterminowy test odporności na korozję

Pasek powlekanej folii ETFE o szerokości 15 mm jest obciążany ciężarem zamocowanym na jednym końcu paska (patrz rys. 7), wywołując naprężenie około 17 N/mm^2 [9]. Ciężar wynosi 6,5 kg, a grubość folii ETFE wynosi 250 µm.



Fot. 7. Obciążenie do wytworzenia obciążenia 17 MPa na pasku ETFE o szerokości 15 mm

Po przyłożeniu obciążenia próbkę umieszcza się w pojemniku, który można zamknąć i który jest wypełniony 10 mm wodą destylowaną. Pasek jest prowadzony przez szczelinę w pokrywce pojemnika, pojemnik jest szczelnie zamknięty, a pasek napinany przez zwinięcie go na metalowy drążek (patrz fot. 8, 9 i 10).

Próbkę testową umieszcza się w komorze klimatycznej na 10 dni, w temperaturze 80°C. Napięcie w pasku musi być utrzymywane na stałe, ponieważ pasek wydłuża się z czasem i pozwala ciężarowi spocząć na dnie pojemnika. Metalowy sztyft musi być regularnie obracany przez okres testu.

Nadruk testowany jest przy użyciu testu Tesa- / Tape-Test [10, 11]. Ponieważ pasek uległ znacznemu wydłużeniu (356% w okresie testu) gęstość optyczna jest oczywiście zmniejszona.

Nie znaleziono żadnych zmian, żadnych pęknięć, rozwarstwienia ani defektów spowodowanych testem krzyżowym Tesa dla żadnej z próbek H, ani dla H 318105, ani dla systemu drukowania H 560110.

Porównanie z poprzednim atramentem wykazało znacznie lepszą stabilność nowego lakieru H.

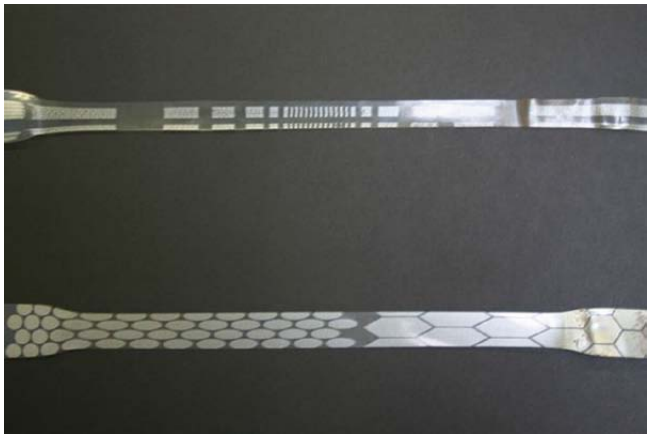
Tabela 3. Parametry optyczne i termiczne systemu Texlon® vario dla pozycji otwartej i zamkniętej. Wzór nadruku to SQM200-197: 45

Texlon vario	open			closed		
	UV light	Visible light	Solar light	UV light	Visible light	Solar light
	UV light	Visible light	Solar light	UV light	Visible light	Solar light
	%	%	%	%	%	%
Transmission	15	26	26	5	9	10
Reflectance	14	40	38	14	53	52
Absorption	71	34	35	81	38	39
g-value / SHGC	0,37			0,14		
Shading Coefficient	0,42			0,16		
U-value [W/m²K]	2,78			2,78		

Fot. 8. Pasek ETFE obciążony masą dającą naprężenia do 17 MPa

Fot. 9. "Czapka" z małym otworem na pasek ETFE

Fot. 10. Zamknięcie zamykane korkiem

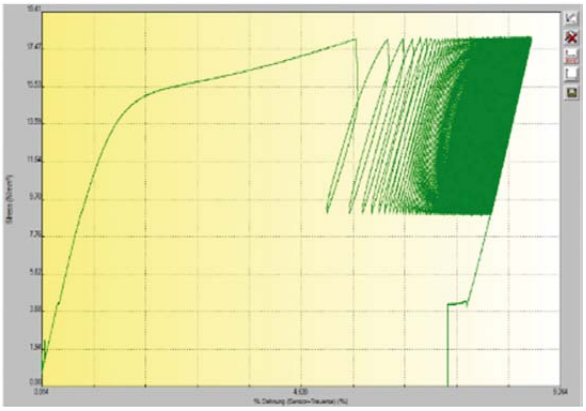


Fot. 11. Dwa paski ETFE po długotrwałym badaniu odporności na korozyję obciążone stałym obciążeniem 17 MPa w 80°C i 100% wilgotności

Badanie histerezy

Po zainstalowaniu w systemach okładzin dachowych i fasadowych folie ETFE są często narażone na obciążenia wiatrem narzucane przez szeroki zakres prędkości wiatru. Prędkość wiatru porywistego jest zwykle o 40% wyższa niż prędkość wiatru podstawowego. Do celów analizy [12] uważa się, że podmuchy wiatru trwają około 3 sekund.

Systemy poduszek Texlon® ETFE są stabilizowane przez wewnętrzne ciśnienie powietrza o wartości ok. 250 Pa, indukujące stałe obciążenie wstępne wynoszące około 4 MPa na najbardziej zewnętrzne folie. Systemy jednowarstwowe są wstępnie naprężone do około 6 MPa. W celu symulacji tych warunków obciążenia zaprojektowano procedurę badania histerezy z użyciem maszyny do badania jednoosiowego rozciągania. Aby zasymulować ekstremalne warunki wiatrowe, cykl obciążenia został określony między 9 MPa a 18 MPa. Schemat naprężenie-odkształcenie pokazano na rys. 5.



Rys. 5. Wykres naprężenie-odkształcenie folia ETFE 250 µm, 300 cykli; test stabilności drukowania

Schemat ilustruje również odporność na starzenie samego materiału ETFE. Obciążenia cykliczne powodują zmniejszenie naprężeń wraz ze wzrostem liczby cykli nawet pod obciążeniami 18 MPa. Po starzeniu mechanicznym folia ETFE staje się sztywniejsza [13]. Po poddaniu pasków testowych badanej powłoki 300 cyklom obciążenia są one poddawane testom przyspieszonego starzenia zgodnie ze standardowymi normami [7, 8]. Test obciążenia różnych powlekanych próbek z różnych firm poligraficznych dostarczył dowodów dotyczących długoterminowej stabilności powłok.

Wyniki i dyskusja

W ciągu ostatnich 28 lat technologia drukowania i powlekania folii ETFE do zastosowań architektonicznych znacznie się poprawiła. Własności w zakresie współczynnika odbicia i gęstości optycznej została poprawiona ponad dwukrotnie. Dla standardowego, 3-warstwowego systemu okładzinowego ETFE porównanie własności wydajności uzyskanych z systemów drukujących pierwszej generacji z naj-

REKLAMA

Profesjonalne masy uszczelniające PROVENTUSS® *Inspired since 15 years*

Proventuss Polska Sp. z o.o., ul. Flisa 4, 02-247 Warszawa
tel. +48 22 122 85 40, fax +48 22 122 85 44, e-mail: biuro@proventuss.eu, www.proventuss.eu

lepszymi obecnie dostępnymi systemami pokazuje, że wartości g poprawiły się w porównaniu z początkowych ok. 0,46 do zaledwie 0,18.

Należy wspomnieć, że folie z zawartymi pigmentami wprowadzonymi do matrycy foliowej przed wytłaczaniem są również dostępne u producentów folii ETFE. Te wprowadzone w materiał folii pigmenty mogą również przyczyniać się do selektywnej modyfikacji właściwości transmisji i odbicia. Gdy takie kolorowe folie ETFE są stosowane w połączeniu z drukowaniem, potencjał ochrony przed słońcem jest dalej rozszerzany, co otwiera jeszcze szerszy zakres dostrajania systemów okładzin z folii ETFE zgodnie z lokalnymi wymaganiami związanymi z projektem.

Mimo że istnieją próby selektywnego zacienienia przez zastosowanie technologii napylania powłok na foliach ETFE, żadne rozwiązanie nie jest obecnie dostępne na rynku budowlanym. Jest to głównie konsekwencja fizycznych właściwości folii ETFE, które są zarówno przepuszczalne dla pary wodnej sprzyjającej starzeniu (utlenianiu), jak i odkształcenia elastyczne, co prowadzi do mikropęknięć i rozwarstwienia metalizowanych powłok. Dlatego na razie zacienienie w systemach ETFE będzie nadal wiązało się ze zmniejszeniem przepuszczalności światła widzialnego.

W celu symulacji wpływu starzenia powłok na folie ETFE opracowano specjalne metodologie dla testów laboratoryjnych.

Testy te uwzględniają nie tylko utratę przyczepności nadruku lub innego rodzaju powłoki na systemach folii ETFE, wynikające z cyklicznego rozciągania folii pod wpływem obciążeń środowiskowych, ale są niezbędne dla zrozumienia właściwości eksploatacyjnych samego materiału. W przeciwieństwie do większości innych materiałów stosowanych w systemach okładzin budowlanych folie i membrany są stale odchylane przez obciążenia środowiskowe, co ma duży wpływ na przebieg starzenia i dlatego należy zawsze brać to pod uwagę. Standardowe procedury testowe i metody określone w obecnych normach nie są wystarczające do kontroli jakości membran tekstylnych i systemów obróbki folii. ■

AUTOR

Carl Maywald
Vector Foiltec GmbH, Germany

Bibliografia

[1] N. Stranghöner, J. Uhlemann, J. Llorens, CEN/TC 250/WG 5 *Struktury membranowe (Membrane Structures)* Scientific and Policy Report - SaP-Report (2015)

[2] N. Stranghöner, J. Uhlemann, et.al.: *Projekt europejskich wytycznych dotyczących projektowania konstrukcji membran membranowych (Prospect for European Guidance for the Structural Design of Tensile Membrane Structures)*, JRC Report: Eurocodes Scientific and Technical Report, Publications Office of the European Union, Luxembourg (2016)

[3] S. Zehentmeir: *Dyneon* (2018)

[4] A. LeCuyer: *ETFE-Technologia i projektowanie (ETFE – Technology and Design)*, Birkhäuser Verlag AG, Basel, CH (2008)

[5] C. Maywald, F. Riesser: *Zrównoważony rozwój – sztuka nowoczesnej architektury (Sustainability – the art of modern architecture)*, in: "Procedia Engineering", Vol. 155, Elsevier (2016) 238 – 248

[6] D. Urbán i in.: *Komfort akustyczny w atriach pokrytych nowymi powłokami strukturalnymi (Acoustic comfort in atria covered by novel structural skins)*, in: "Procedia Engineering", Vol. 155, Elsevier (2016) 361 – 368

[7] EN ISO 4892-2:2013 *Tworzywa sztuczne – Metody ekspozycji na laboratoryjne źródła światła - Część 2: Lampy ksenonowe (Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources - Part 2: Xenon-arc lamps)*

[8] EN ISO 4892-3: 2016-10 *Tworzywa sztuczne – Metody ekspozycji na laboratoryjne źródła światła – Część 3: Fluorescencyjne lampy UV (Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 3: Fluorescent UV lamps)* (2016)

[9] HUECK FOLIEN, Baumgartenberg, Austria (2010)

[10] ASTM F 2252/ Sun Chemical-Hartmann PV 01, Test taśmy samoprzylepnej (test tesa) (Self-adhesive tape test (tesa test))

[11] EN ISO 2409:2013-06 *Farby i lakiery – Badanie metodą siatki nacięć (Paints and varnishes - Cross-cut test)* (2013)

[12] M. Eaddy, W.H. Melbourne, MEL Consultants Pty Ltd Report 30C/02, 'Addendum C to MEL Consultants Report 30/02, *Pomiary ciśnienia w tunelu aerodynamicznym w związku z proponowaną przebudową stacji Spencer Street, Melbourne (Wind Tunnel Measurements of Pressures on the Proposed Spencer Street Station Redevelopment, Melbourne)'* (2004)

[13] C. Maywald, M. Mißfeld: *O badaniu odporności na starzenie konstrukcji z folią ETFE (Zum Alterungsverhalten von ETFE-Konstruktionen)*, in: „Stahlbau" 7/18, Wiley Press, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin, Germany (2018)

OGÓLNOPOLSKI TELEADRESOWY

2020

katalog firm
BRANŻY
SZKLARSKIEJ I OKIENNEJ

Katalog wydawany
w wersji książkowej i on-line

NOWE BOGATSZE WYDANIE

Pobierz formularz zgłoszeniowy
www.swiat-szkla.pl

Innowacje w drewnianych oknach i fasadach

Zorientowany na przyszłość budynek z oknami i szkłem oferuje dziś wiele możliwości innowacyjnym firmom produkującym i montującym okna i fasady. Nowe technologie materiałów budowlanych, okuć, profili konstrukcyjnych i oszklenia można zastosować szybko i z uwzględnieniem indywidualnych potrzeb klienta, wykorzystując materiały drewniane. Nie potrzeba czasochłonnego zakupu i wymiany nowych maszyn, narzędzi lub typu profili okiennych. Potrzebne tylko kompetencje i odwaga, aby wypróbować nowe technologie.

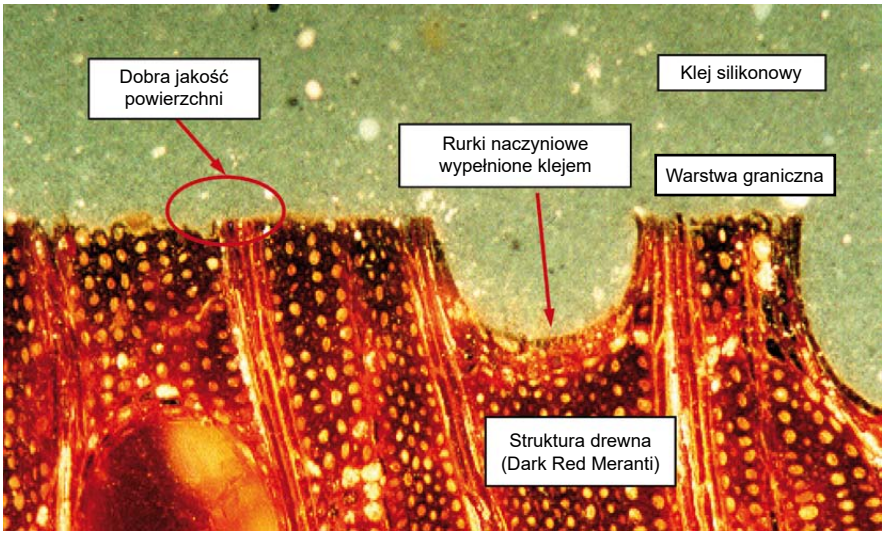
Wklejanie oszklenia konstrukcyjnego w ramy okien i fasad otwiera nowe możliwości dla ich producentów

Technologia klejenia jest znana od dawna, ale wcześniej była ograniczona do klejenia nieobrobionego drewna i dlatego tak naprawdę nie sprawdziła się w przypadku okien drewnianych. Zmieniona wytyczna ift VE-08/4 zapewnia teraz jednolitą podstawę prawną, dzięki której producenci mogą łatwo i bezpiecznie spełnić wymagania normy produktu odnośnie stałych połączeń klejonych, jako podstawy do oznakowania CE.

Systemy klejonych okien drewnianych

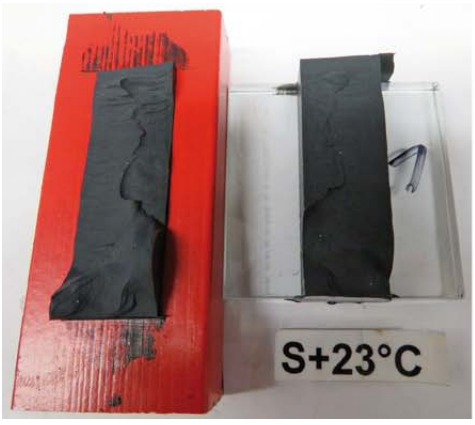
Wklejanie szyby izolacyjnej w ramę skrzydła stało się nowym rodzajem mocowania oszklenia w oknach. Wynika to z tego, że statyczne właściwości szkła można wykorzystać do usztywnienia ramy. Umożliwia to zastosowanie cieńszych ram lub wykonanie okien o większych wymiarach, a ponadto uzyskuje się zwiększoną odporność na włamanie. Ten typ konstrukcji jest objęty normą produktową EN 14351-1, z zastrzeżeniem, że połączenia muszą być trwałe.

Wytyczne ift VE-08 zostały opracowane w celu zapewnienia metodyki uzyskiwania dowodów przydatności do użytkowania. Wytyczne koncentrują się na ocenie dobrej przyczepności połączenia między szkłem a ramą, tj. zapewniających przenoszenie obciążeń (np. siły od parcia i ssania wiatru) i usztywnienia (stężenia) ramy, co szczególnie ważne w odniesieniu do odporności na włamanie. Ponadto należy ocenić trwałość szyby zespolonej (szkła izolacyjnego) i zgodność elementów szyby z ramą i innymi komponentami (spoina krawędziowa, przekładki itp.). Określone wartości charakterystyczne służą również do wymiarowania spoiny klejonej.

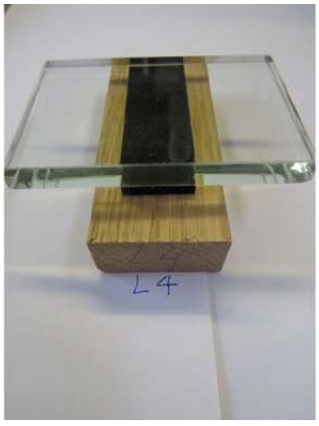


Rys. 1. Na przekroju pokazano dobre „połączenie" kleju i struktury drewna

Zastosowanie starej wersji wytycznych VE-08/3 na niepoddanych obróbce powierzchniach drewnianych było ograniczone, a zatem raczej nieodpowiednie do normalnego procesu produkcji okien drewnianych. Różne rodzaje drewna i różnorodność powłok powierzchniowych można było ocenić tylko z wielkim wysiłkiem. Część 5 nowej wersji wytycznych ift VE-08/4 opisuje teraz szczegółowo wybrane procesy (procedury) klejenia, nawet odnośnie drewna po-



Próbka drewna z kryjącą kolorową powłoką po próbie ścinania



Próbka drewna z transparentną powłoką z taśmą klejącą

Próbka drewna z ciemną transparentną powłoką z klejem po próbie rozciągania

Rys. 2. Próbki do badań na różnych etapach testu

Wytyczne ift VE-08/4 Podstawa oceny systemów oszklenia wklejanego

Wytyczne ift VE-08/4 stanowią podstawę techniczną weryfikacji przydatności do stosowania systemów okien z wklejonym oszkleniem, a tym samym zestaw zasad dla wszystkich producentów okien drewnianych, którzy chcą „wkleić oszklenie". Nowa wersja wytycznych umożliwia teraz także zastosowanie do lakierowanych okien drewnianych. Na 53 stronach znajdują się praktyczne wskazówki i zalecenia dotyczące montażu na budowie, fabrycznej kontroli produkcji i uproszczonych procedur testowych (ISBN 978-3-86791-406-2).

wlekanego. Badane są odpowiednie kombinacje materiału powłokowego, kleju i rodzaju drewna. Oznacza to, że producent okna może następnie zastosować inne kolory materiału powłokowego w oparciu o wybór, który oferują mu jego dostawcy, zgodnie z zasadami rozszerzonego zastosowania określonymi w wytycznych ift VE-08/4 i zgodnie z zaleceniami producentów. Daje to szeroki zakres aplikacji przy stosunkowo niewielkim zakresie badań.

Podczas targów Fensterbau Frontale 2018 pierwsze raporty z testów zostały przekazane producentowi kleju (Otto-Chemie), producentowi taśmy klejącej (Lohmann) i firmie Remmers jako dostawcy materiałów do wykonywania powłok. Biorąc pod uwagę instrukcje przetwarzania i specyfikacje wytycznych IFE VE-08/4 dotyczących zakładowej kontroli produkcji (ZKP) w odniesieniu do czasu przechowywania próbek, testów na małych próbkach itp., Producenci okien drewnianych mogą użyć certyfikatu potwierdzającego pozytywne wyniki badań przeprowadzonych przez instytut ift, aby dostarczyć niezbędnego dowodu trwałości okien drewnianych z wklejonym oszkleniem. Oznacza to, że obecnie istnieje odpowiednia metodyka oceny w celu uzyskania potwierdzenia trwałości klejenia dla wklejanego oszklenia konstrukcyjnego również dla okien drewnianych z lakierowanymi ramami .

Zasady i wskazówki dotyczące wklejania oszklenia

W przeciwieństwie do tradycyjnych konstrukcji okien i fasad, na szybę zespoloną są wprowadzane dodatkowe obciążenia liniowe poprzez spoinę klejącą umieszczoną dookoła szyby. W zależności od rodzaju konstrukcji, także obciążenia od wiatru (ssanie lub parcie), czy siły ścinające wynikające ze zmian długości profili muszą być przejmowane przez spoinę klejącą. Dlatego należy przestrzegać zwiększonych wymagań dotyczących długotrwałego zachowania się połączenia klejowego (uwzględnienie pełzania), a także jakości kleju i procedur przetwarzania. W testach i ekspertyzach wykonanych przez ift Rosenheim wykazano, że kompatybilność (zgodność) materiałowa spoiny klejącej z innymi materiałami (elementami okna i składnikami szyby zespolonej) jest najważniejszym punktem, który należy sprawdzić, aby uniknąć kosztownych uszkodzeń. Mogą one zaistnieć z powodu zastosowania nieodpowiednich podkładek okiennych lub innych materiałów pochodzących od różnych firm, które po kontakcie ze spoiną klejąca mogą reagować chemicznie na obrzeżu szyby zespolonej. Przetwarzanie należy wykonywać uważnie i zgodnie ze specyfikacją systemu.

Należy przestrzegać następujących zasad prawidłowego wklejania oszklenia:

1. Wklejanie jest możliwe przy użyciu różnych podstawowych systemów z użyciem płynnych mas klejących lub dwustronnej taśmy klejącej (samoprzylepnej).
2. Oprócz wykazania trwałości spoiny klejącej, system wklejania oszklenia należy również sprawdzić w kompletnym systemie okiennym lub fasadowym, aby móc ocenić złożone przypadki obciążeń i zależności konstrukcyjne.
3. Rodzaj drewna, sposób mechanicznej obróbki powierzchni drewna (dokładne struganie, szlifowanie, wykończenie), a także wymagania odnośnie powierzchnii profili drewnianych i ich budowy (struktury) muszą być dokładnie określone przez dostawcę systemu.
4. Jeżeli „odpowiedzialny element" zmienia się poza dopuszczalnymi wariantami (granicami), badanie należy przeprowadzić ponownie.
5. Warunki brzegowe podczas produkcji okien i wklejania oszklenia muszą być zdefiniowane i udokumentowane (temperatura, wilgotność, czas trwania procesu itp.) i stanowić podstawę starannej fabrycznej kontroli produkcji.
6. Atesty dla wklejonego oszklenia konstrukcyjnego, np. dotyczące zwiększonej odporności na włamanie, nie są automatycznie dowodem trwałości i przydatności do stosowania spoiny klejącej.

Warunkiem wstępnym wszystkich procesów klejenia jest zgodność ze specyfikacjami producenta kleju w odniesieniu do warunków przetwarzania i otoczenia (odgazowanie innych chemikaliów, brak pyłu, zbyt wysokie lub zbyt niskie temperatury i wilgotność powietrza itp.). Spoina klejąca umieszczona na obwodzie tafli szklanej musi mieć obliczone minimalne dopuszczalne wymiary. Klejenie musi być wykonane w fabryce, a nie na placu budowy.

Wnioski

Nowe materiały budowlane, nowe procesy produkcyjne i projekty o wartości dodanej są zawsze do-

Sprawdzanie czasu przetwarzania („czas otwarty")

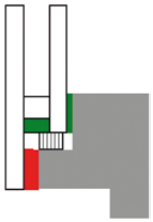
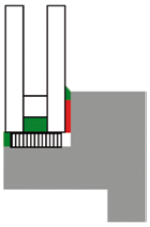
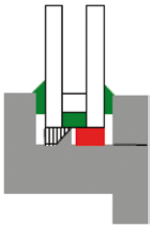
„Test szczelności" w celu sprawdzenia przyczepności (siły przyczepności) klejów półelastycznych

Rys. 3. Proste procedury sprawdzania siły przyczepności w ramach zakładowej kontroli produkcji [2] (źródło: ift Rosenheim)

Tabela 1. Kryteria dla połączeń konstrukcyjnych i nośnych [2]

Parametry	Kryteria wpływu
Trwałość	- Odporność na temperaturę - Odporność na wilgoć i wodę - Odporność na promieniowanie UV - Odporność na środki czyszczące - Elastyczność i odkształcenia pełzające - Zachowanie przyczepności do różnych materiałów - Kompatybilność z otaczającymi materiałami w bezpośrednim i pośrednim kontakcie
Konstrukcja	- Statyczna wytrzymałość i wartości projektowe - Elastyczność (elastyczne, półelastyczne) - Odkształcenia pełzające
Produkcja	- Czas otwarcia pojemnika, czas reakcji - Czas możliwego dalszego przetwarzania - Warunki klimatyczne w otoczeniu (wilgotność, temperatura, itp) - Systemy rozładowania i mieszania - Jakość łączonych powierzchni (jakość obróbki, powłoki, czyszczenie itp.) - Proces łączenia (prasowanie, nacisk, itp.)

Tabela 2. Wybór rozwiązań konstrukcyjnych w oknie drewnianym

	**Łączenie szkła stopniowanego w pozycji 2 (z tzw. stepem)** - Bezpośrednio narażone na promieniowanie UV - W przypadku niezabezpieczonych połączeń krawędzi szyb musi być zapeniona odporność spoiny na promieniowanie UV - Obciążenie od ciężaru własnego zewnętrznej szyby przenoszone jest całkowicie przez klej
	**Łączenie z klejem wewnątrz profilu (poz. 4 lub 6)** - Klej nie jest narażony na bezpośrednie działanie czynników atmosferycznych - Promieniowanie UV pada (oddziaływuje) na klej przez szybę - Przenoszenie ciężaru własnego następuje przez podkładkę podpierającą - Jeśli spoina na krawędzi szyby nie jest zakryta, musi być odporna na promieniowanie UV
	Przyklejanie w podstawie przylgi – bez listwy przytrzymującej szybę - Klejenie na dole szklanej krawędzi zewnętrznej szyby i na bocznej krawędzi szyby wewnętrznej - Klej położony na dole przylgi jest wystawiony na działanie klimatu zewnętrznego - Promieniowanie UV pada na klej, nawet gdy jest osłonięty (przenikanie promieniowania słonecznego przez szkło) - Jeśli spoina klejąca na krawędzi szyby nie jest chroniona (zakryta), musi być odporna na promieniowanie UV
	**Przyklejanie w podstawie przylgi – z listwą przytrzymującą szybę** - Przyklejanie na krawędzi wewnętrznej szyby - Jeśli geometria ramy skrzydła pozostaje niezmieniona, klejenie u podstawy przylgi jest odmianą poprzedniego rodzaju oszklenia - Przy zmniejszonych rozmiarach przekroju ramy skrzydeł klejenie przejmuje również rolę podpierającą i musi być traktowane jak w poprzednim przykładzie

brą okazją dla innowacyjnych producentów okien drewnianych do zaprezentowania się na rynku jako kompetentny dostawca. Podczas ich wdrażania należy sprawdzić dokumenty techniczne, takie jak certyfikaty z badań i zatwierdzenia do stosowania (łańcuch weryfikacji) przed złożeniem pierwszej oferty i skoordynować wymagania z działem produkcji, w tym zakładową kontrolą produkcji (ZKP), tak aby pierwsze zamówienie przebiegło sprawnie.

AUTOR

Dipl.-Ing. (FH) ***Jürgen Benitz-Wildenburg***
ift Rosenheim

AUTOR

Dipl.-Ing. (FH) ***Karin Lieb***
ift Rosenheim

Artykuł powstał na podstawie wystąpienia na konferencji ift Rosenheim, Fenstertage 2020

Przedstawicielem Instytutu ift Rosenheim w Polsce jest Andrzej Wicha: andrzej.wicha@post.pl

Literatura

[1] Komentarz do normy wyrobu w zakresie okien i drzwi EN 14351-1 *Okna i drzwi – Norma wyrobu, właściwości eksploatacyjne – Część 1: Okna i drzwi zewnętrzne bez właściwości dotyczących odporności ogniowej i/lub dymoszczelności.* – pod redakcją: Ulrich Siebe-rath, Christian Niemöller, 12/2013.

[2] Wytyczna ift VE-08/4 *Podstawa oceny systemów oszklenia wklejanego (Assessment basis for glued glazing systems).* ift Rosenheim 11/2017.

[3] Wytyczna IFT DI-01/1 *Zastosowanie uszczelniaczy – część 1 i 2 (Usability of sealants – part 1 and 2).* ift Rosenheim 2/2008.

[4] BF Leaflet 001 *Wskazówki dla producenta okien z oszkleniem wklejonym; Skoncentruj się na szkle, uszczelniaczach i klejach (Compass for glued windows; Focus on glass, sealants and adhesives).* Bundesverband Flachglas, Troisdorf 10/2010

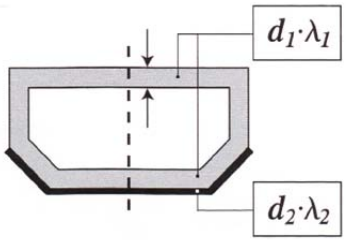
[5] Rose, A.; Sack, N.: *Badania wykonalności wielokomorowych szyb zespolonych obciążonych równomiernie parciem lub ssaniem wiatru (Investigations on the feasibility of pressure-relieved multi-pane insulating glass).* Raport z badań ift. ift Rosenheim 7/2015.

REKLAMA

Stalowa ramka dystansowa ma się dobrze i tak jeszcze pozostanie

Efektywność energetyczna okien lub energooszczędność okien – te sformułowania odmienia się dzisiaj przez wszystkie przypadki i we wszystkich możliwych sytuacjach przy promowaniu i sprzedaży okien i drzwi. Obecnie niski współczynnik przenikania ciepła okna dużo zawdzięcza jednemu małemu, mało widocznemu elementowi znajdującemu się w oknie – ramce dystansowej. Okazuje się, że stalowe ramki dystansowe w dalszym ciągu stanowią dużą część sprzedaży. Taki stan rzeczy może się jeszcze długo utrzymać.

Tak było… w czasie, kiedy pojawiły się pierwsze, jednokomorowe wkłady szybowe (lata 70 XX wieku), do dystansowania szyb używano aluminiowej ramki dystansowej. W tym czasie, stosowane w budownictwie okna, głównie drewniane, nie były konstrukcjami przypominającymi te dzisiejsze w kontekście efektywności energetycznej. Można powiedzieć, że duet aluminiowa ramka dystansowa – okno drewniane lat 70/90 pasowało do siebie jak ulał. Również okna PCV z początku lat 90 i przełomu wieku w dużej części pasowały do ramki aluminiowej. To ówczesne dopasowanie związane było z podobnymi temperaturami występującymi na wewnętrznych powierzchniach okna lat 70/90. Mowa tutaj o krawędzi połączenia wkładu szybowego z ramą okna (pkt. 1, rys. 1) oraz na krawędzi połączenia ramy skrzydła z ramą ościeżnicy (pkt. 2, rys. 1).



$$\Sigma(d \cdot \lambda) = 2(d_1 \cdot \lambda_1) + d_2 \cdot \lambda_2$$

Rys. 2. Schemat budowy ramki

Stal dużo lepsza niż aluminium

Stosowanie, na początku istnienia wkładów szybowych, aluminiowych ramek dystansowych związane było głównie z łatwością formowania taśmy aluminiowej w procesie produkcji ramki oraz z łatwością gięcia tejże ramki przy produkcji wkładów szybowych. Ale to by było na tyle, jeżeli chodzi o zalety ramki aluminiowej, które przysłania jeden znaczący szczegół ogromnej wagi – bardzo wysoki współczynnik przewodzenia ciepła (λ) materiału, z którego wykonywana jest ramka aluminiowa, czyli aluminium. Wartość tego współczynnika λ=160 W/(m×K) – to bardzo dużo.

Jak bardzo aluminiowa ramka dystansowa odbiega od ramek wykonanych z innych materiałów możemy przedstawić wykorzystując w tym celu poniższe kryterium, które muszą spełnić ciepłe ramki dystansowe. Oznaczenia wg rysunku 2.

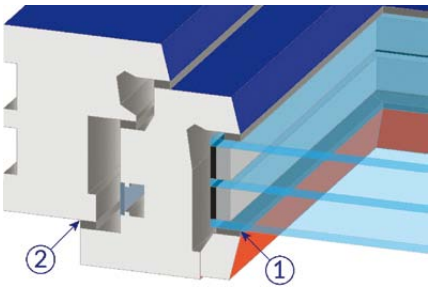
$$\Sigma (d \times \lambda) \leq 0{,}007 \text{ W/K}$$

Stalowa ramka dystansowa:
- grubość ścianki, d = 0,24 mm
- współczynnik przewodzenia ciepła, λ = 50 W/(m×K)

$$2 \times (0{,}00024 \times 50) = 0{,}0240 \text{ W/K}$$
$$0{,}0240 / 0{,}007 = 3{,}4$$

Aluminiowa ramka dystansowa do gięcia:
- grubość ścianki, d = 0,35 mm
- współczynnik przewodzenia ciepła, λ = 160 W/(m×K)

$$2 \times (0{,}00035 \times 160) = 0{,}1120 \text{ W/K}$$
$$0{,}1120 / 0{,}007 = 16$$



Rys. 2. Miejsca występowania najniższych temperatur na oknie

Powyższe wyliczenia pokazują, że kryterium ciepłej ramki w przypadku stalowej ramki przekroczone jest jedynie 3,4 raza – w przypadku aluminiowej ramki aż 16 razy. Pokazuje to, że stalowej ramce bliżej jest do ciepłych ramek niż do zimnej aluminiowej.

Nowe wymagania cieplne i stalowa ramka

31 grudnia 2020 roku zbliża się nieubłaganie. Zostało nie dużo czasu na to, żeby producenci okien przygotowali swoje okna i drzwi na nowe wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej, które znacznie się zmienią. I tak, współczynnik przenikania ciepła okna (U_w) obniżony zostanie z dotychczasowej wartości 1,1 do 0,9, natomiast współczynnik przenikania ciepła drzwi (U_d) obniży się z 1,5 do 1,3 W/(m^2×K). Są to najwyższe wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej okien i drzwi w Europie.

Tak niskie współczynniki przenikania ciepła okien i drzwi bardzo ograniczają możliwość stosowania aluminiowej ramki dystansowej, która zostanie zastąpione w naturalny sposób przez stalową ramkę dystansową. Już większość systemów okiennych o głębokości zabudowy +70 mm, uniemożliwiających zastosowanie wkładów szybowych o współczynniku przenikania ciepła U_g=0,5 W/(m^2×K), nie będzie spełniać nowych wymogów izolacyjności cieplnej. Tym samym okna te nie będą mogły być stosowane w budownictwie na rynku pierwotnym.

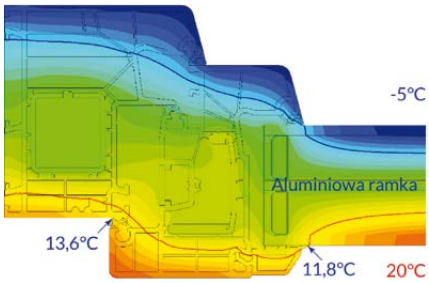
Stalowa ramka dystansowa zastąpi również aluminiową ramkę w części systemów okiennych o głębokości zabudowy +80 mm wyposażonych we wkłady szybowe o grubości 44 i 48 mm. Ma to związek z uzyskiwaniem przez te okna wartości współczynnika przenikania ciepła U_W na granicy wartości dopuszczalnej od 31 grudnia 2020 roku, czyli 0,9 W/(m^2×K). W przypadku części okien z ramką aluminiową współczynnik ten jest wyższy niż 0,9 W/(m^2×K).

Przewaga stalowej ramki nad aluminiową

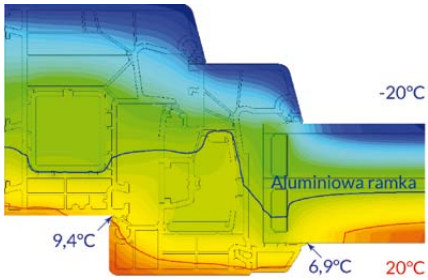
Dzisiejsze konstrukcje okienne potrzebują coraz to lepszych materiałów stosowanych w produkcji okien oraz mniejszych różnic pomiędzy minimalnymi temperaturami na wewnętrznych powierzchniach okna – rysunek 1. To właśnie stalowe ramki dystansowe zapewniają bardzo dobry balans. Również w przypadku stosowania stalowej ramki uzyskiwany jest lepszy o 8÷13 % liniowy współczynnik przenikania ciepła Ψ_g w stosunku do takiego samego okna z aluminiową ramką. To samo dotyczy również współczynników temperaturowych f_{Rsi}.

Istotnym jest również fakt, iż w czasie eksploatacji wkładów szybowych zastosowanie stalowej ramki dystansowej pozwala na 7,5-krotne zmniejszenie wartości naprężeń na krawędzi szyby w porównaniu z ramką aluminiową. Ogranicza to tym samym pęknięcia na krawędzi szyby i ma bezpośredni wpływ na trwałość wkładu szybowego.

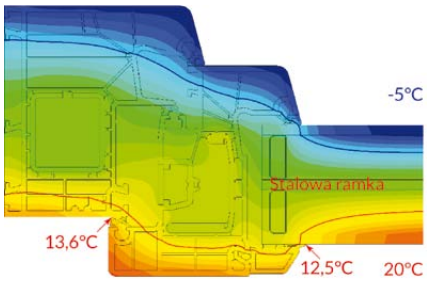
Oprócz powyższych parametrów bardzo istotne są też wartości minimalnych temperatur w pkt 1 i 2 przedstawionych na rysunku 1, które decydują o poziomie wilgotności powietrza R_h, po przekroczeniu którego nastąpi wyroszenie wilgoci w pkt. 1 i 2 (rys. 1). Stosując stalową ramkę obniżamy ryzyko występowania czasowej kondensacji pary wodnej oraz ograniczamy rozwój grzybów pleśniowych na powierzchni okna. Różnice tych temperatur przedstawiono na rysunkach 3÷6.



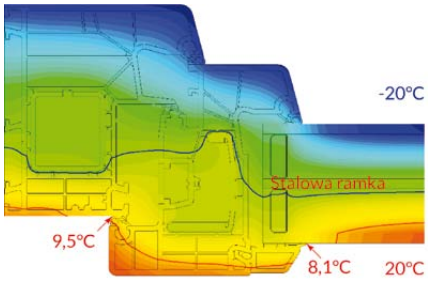
Rys. 3. Pole temperatur - aluminiowa ramka, Θe -5°C



Rys. 5. Pole temperatur - aluminiowa ramka, Θe -20°C



Rys. 4. Pole temperatur - stalowa ramka, Θe -5°C



Rys. 6. Pole temperatur - stalowa ramka, Θe -20°C

Produkcja stalowej ramki dystansowej

Produkcją międzyszybowej ramki dystansowej ze stali ocynkowanej zajmuję się już od 12 lat częstochowska firma Metal Union, która jest jednym z dwóch największych producentów tejże ramki w Europie.

Precyzyjna i wysokiej jakości ramka dystansowa ze stali ocynkowanej, nie zawiera sześciowartościowego chromu, spełniając unijne wymogi ochrony środowiska.

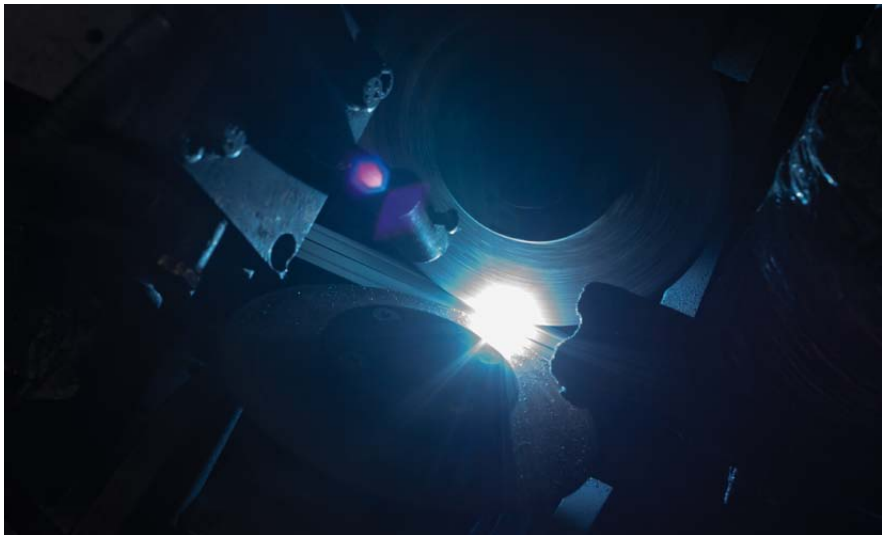
Produkowane przez Metal Union stalowe ramki dystansowe występują w pełnym zakresie szerokości od 6 do 24 mm i grubości ścianki 0,24, 0,30 i 0,40 mm w zależności od szerokości ramki.

Jetskin® – znak towarowy zastrzeżony przez ArcelorMittal w krajach EU

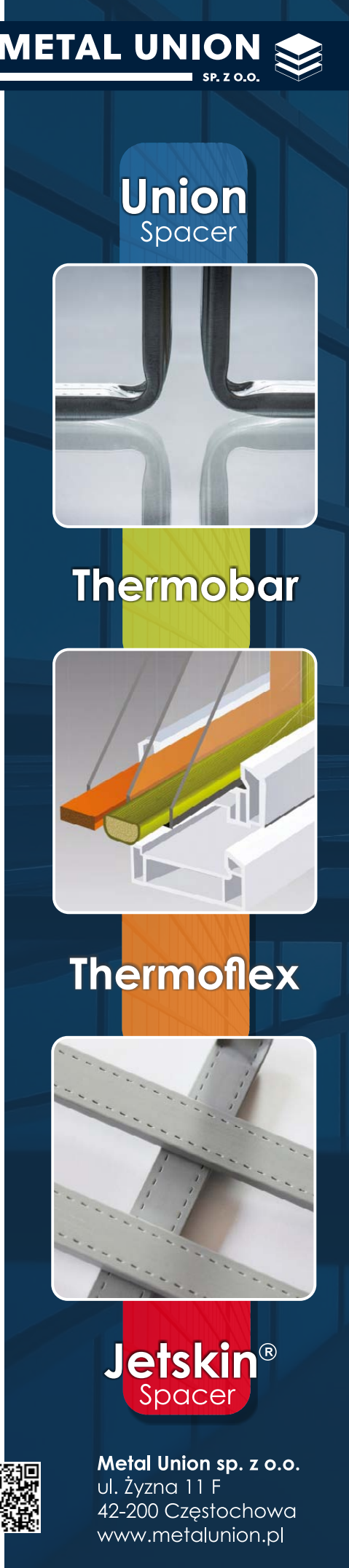
Dodajmy do tego jeszcze łatwość gięcia na wszystkich typach giętarek, uniwersalną pasywację pozwalającą stosować wszystkie rodzaje mas uszczelniających oraz przystosowanie do stosowania wielu łączników i kornerów dostępnych na rynku. Przy tak szerokiej ofercie i braku problemów w czasie przetwarzania, produkowane przez Metal Union ramki znalazły zastosowanie jako standardowe rozwiązanie przy produkcji szyb zespolonych u największych producentów okien w Europie.

AUTOR

Grzegorz Kuligowski
IepszeOKNA.pl



Rys. 7. Proces spawania laserowego w Metal Union



Wymiary drzwi w świetle przejścia – uwarunkowania wynikające z przepisów techniczno-budowlanych

Jednym z podstawowych parametrów, określających właściwości użytkowe drzwi są ich wymiary. Projektanci budynków oraz producenci drzwi nie mają pełnej swobody w decydowaniu o tych parametrach wyrobu, gdyż aby drzwi mogły być zastosowane w budownictwie, powinny odpowiadać wymaganiom określonym w przepisach techniczno-budowlanych. Zapewnienie zgodności z tymi wymogami prawnymi może nastręczać pewnych trudności praktycznych zwłaszcza wtedy, gdy do końca nie wiadomo, jakiego wymiaru dotyczy. Czy wymiaru wysokości bądź szerokości w świetle ościeżnicy, w świetle muru, a może w świetle przejścia? Poniżej przedstawiono więc podstawowe uwarunkowania, szczególnie wynikające z zapisów prawnych.

Wymagania prawne związane z wymiarami drzwi

Podstawowym aktem prawnym, określającym wymagane obligatoryjnie wymiary drzwi, jest rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie[1]. W przepisach ogólnych tego dokumentu są zawarte następujące definicje dotyczące wymiarów:

- §9.1. Wymagane w rozporządzeniu wymiary należy rozumieć jako uzyskane z uwzględnieniem wykończenia powierzchni elementów budynku, a w odniesieniu do drzwi – jako wymiary w świetle ościeżnicy,
- §9.2. Grubość skrzydła drzwi po otwarciu nie może pomniejszać wymiaru szerokości otworu w świetle ościeżnicy.

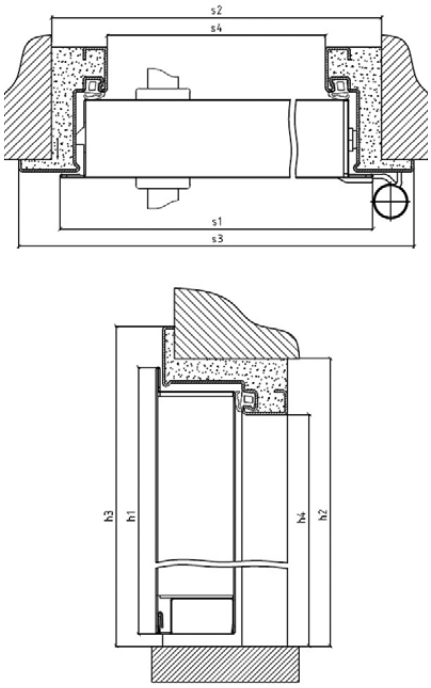
Wobec powyższego wymiar przejścia w świetle może się pokrywać z wymiarem wewnętrznym ościeżnicy, co jednak w praktyce nieczęsto się zdarza, a wręcz nie jest możliwe, zarówno w odniesieniu do wymaganej minimalnej szerokości, jak i wysokości drzwi.

Wynika to z faktu, iż w drzwiach wymiar „szerokości w świetle" pomniejszona jest często o grubość skrzydła, szczególnie w sytuacji, gdy kąt otwarcia drzwi oscyluje wokół wartości 90^0. Drzwi otwarte do kąta 90^0 „wchodzą" zazwyczaj w światło ościeżnicy, pomniejszając jego wartość „netto", nawet o kilkadziesiąt milimetrów. Ponadto wartość tę mogą umniejszać zamocowane na skrzydle drzwi okucia, takie jak klamki z tarczami oraz dźwignie przeciwpaniczne.

W odniesieniu do wysokości w świetle ościeżnicy, minimalna dopuszczalna jej wartość może zostać pomniejszona np. przez uszczelnienie progowe lub montaż innego rozwiązania progowego Powodem ograniczenia wysokości w świetle przejścia mogą być mocowane na drzwiach dodatkowe okucia, np. głowica lub szyna ślizgowa samozamykacza górnego, gdy jego mocowanie znajduje się po stronie przeciwnej do zawiasów lub tzw. „klapa zabieraka" (okucie zainstalowane na skrzydle biernym 2-skrzydłowej wersji drzwi, z pełną funkcją przeciwpaniczną). Klapa zabieraka ma za zadanie popchnięcie skrzydła czynnego (podczas otwierania drzwi skrzydłem biernym), do kąta otwarcia, umożliwiającego zadziałanie regulatora kolejności zamykania drzwi. Minimalny kąt otwarcia skrzydła czynnego drzwi gwarantuje poprawne zamykanie w odpowiedniej kolejności, tj. najpierw zamyka się skrzydło bierne, a po nim skrzydło czynne, co jest niezwykle istotne w przypadku drzwi przeciwpożarowych i/lub dymoszczelnych. Niewłaściwa kolejność zamykania nie gwarantuje bowiem, iż drzwi spełnią wówczas stawiane im podstawowe parametry techniczno-użytkowe, jak izolacyjność, a przede wszystkim – szczelność ogniowa.

Drzwi stalowe w wersji przeciwpanicznej – mocowanie klapy zabieraka na skrzydle biernym

Ponadto w powołanym powyżej rozporządzeniu Ministra Infrastruktury znajdują się przepisy określające konkretne wymiary związane z drzwiami, a mianowicie:



Rys. 1. Przekroje drzwi przylgowych wraz z wymiarami

- § 62.1. Drzwi wejściowe do budynków i ogólnodostępnych pomieszczeń użytkowych powinny mieć w świetle ościeżnicy co najmniej: szerokość 0,9 m i wysokość 2,0 m,
- § 75.1. Drzwi do pomieszczenia przeznaczonego na stały pobyt ludzi oraz do kuchni powinny mieć co najmniej szerokość 0,8 m i wysokość 2,0 m w świetle ościeżnicy,
- § 75.2. W budynku użyteczności publicznej drzwi wewnętrzne, z wyjątkiem drzwi do pomieszczeń technicznych i gospodarczych, powinny mieć co najmniej szerokość 0,9 m i wysokość 2,0 m w świetle ościeżnicy,
- § 239.1. Łączna szerokość drzwi w świetle, stanowiących wyjścia ewakuacyjne z pomieszczenia, należy obliczać proporcjonalnie do liczby osób mogących przebywać w nim równocześnie, przyjmując co najmniej 0,6 m szerokości na 100 osób, przy czym najmniejsza szerokość drzwi w świetle ościeżnicy powinna wynosić 0,9 m, a przypadku drzwi służących do ewakuacji do 3 osób - 0,8 m.

Jak z powyższych zapisów wynika, najistotniejszymi w drzwiach i oknach są wymiary w świetle ościeżnicy, zarówno te dotyczące wysokości, jak i szerokości drzwi. Jednak w praktyce pojęcie to jest różnie interpretowane i niejednokrotnie mylone z wymiarami ościeża. W literaturze fachowej najczęściej formułuje się następujące definicje:

- ościeże – wewnętrzna powierzchnia otworu drzwiowego lub okiennego w ścianie budynku, zazwyczaj prostopadła do lica ściany,
- ościeżnica – rama przylegająca do ościeża drzwiowego lub okiennego.

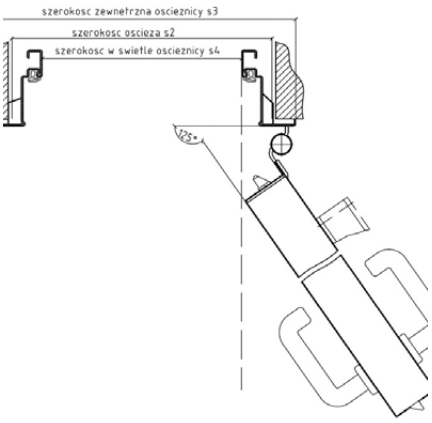
Zasadniczym dokumentem normalizacyjnym dotyczącym drzwi zewnętrznych jest norma PN-EN 14351-1+A1:2010[2], która w odniesieniu do wymiarów zawiera tylko następujące zapisy: *Wysokość i szerokość światła otworu drzwi zewnętrznych (łącznie z drzwiami balkonowymi) (patrz EN 12519:2004, 3.1) powinna być wyrażona w mm. Tam, gdzie próg i nadproże/ślemię nie są równoległe, należy określić wysokość minimalną i maksymalną. UWAGA: Wystające okucia budowlane i kąt otwarcia skrzydła mogą ograniczać wysokość i szerokość światła otworu.*

W dokumentacjach funkcjonujących w procesach produkcyjnych oraz w projektowaniu i realizacji budynków, podawane są różne wymiary związane z drzwiami. Przyjąć jednak można, iż są to z zasady wymiary przedstawione przykładowo na rys. 1. Poszczególne symbole pokazane na schematycznych przekrojach oznaczają:

- h1 – wysokość skrzydła,
- h2 – wysokość ościeża,
- h3 – wysokość zewnętrzna ościeżnicy,
- h4 – wysokość w świetle ościeżnicy,
- s1 – szerokość skrzydła,
- s2 – szerokość ościeża,
- s3 - szerokość zewnętrzna ościeżnicy,
- s4 – szerokość w świetle ościeżnicy.

Wybór wymiarów i sposób przeprowadzania pomiarów jest dowolny, obligatoryjnie nieokreślony w żadnym dokumencie techniczno-prawnym obowiązującym w Polsce. Istnieje co prawda z tego zakresu norma PN-ISO 7976-2:1994[3]„ ale ma ona zastosowanie przy weryfikacji zgodności pomiaru oraz gromadzeniu danych dotyczących dokładności pomiaru.

Podany w dokumentacji wymiar drzwi w postaci szerokości i wysokości w świetle ościeżnicy nie jest bezpośrednio związany z wymiarami otworu w murze. W praktyce każdy producent posługuje się własną, odmienną konstrukcją drzwi, więc w zależności od niego powiązania pomiędzy poszczególnymi wymiarami są różne. Projektant dysponujący tylko informacjami dotyczącymi jedynie wymiarów w świetle ościeżnicy drzwi, nie ma podstaw do poprawnego zaprojektowania optymalnego otworu w ścianie pod ich montaż. Dlatego też z zasady wykonywane są otwory ścienne o większych niż to konieczne wymiarach („na wszelki wypadek"), co znacznie utrudnia późniejszy montaż drzwi, a także jest przyczyną wielu nieprawidłowości podczas jego przeprowadzania.



Rys. 2. Usytuowanie otwartego skrzydła drzwi przylgowych

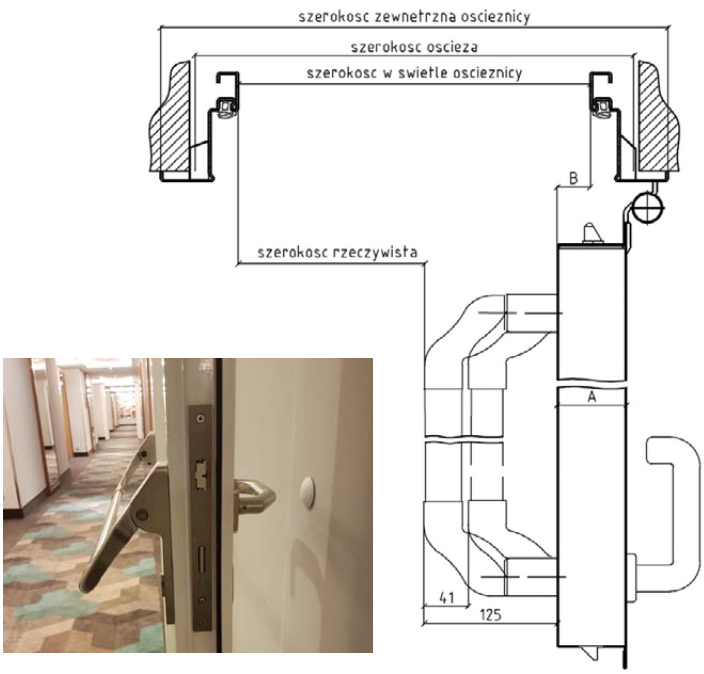
Występują także odwrotne sytuacje, kiedy próbuje się dostosować drzwi do już istniejącego otworu montażowego, a w ostateczności nie zawsze udaje się ten cel bezkolizyjnie uzyskać, jednocześnie gwarantując w ramach istniejących przepisów dopuszczalny minimalny wymiar w świetle przejścia drzwi.

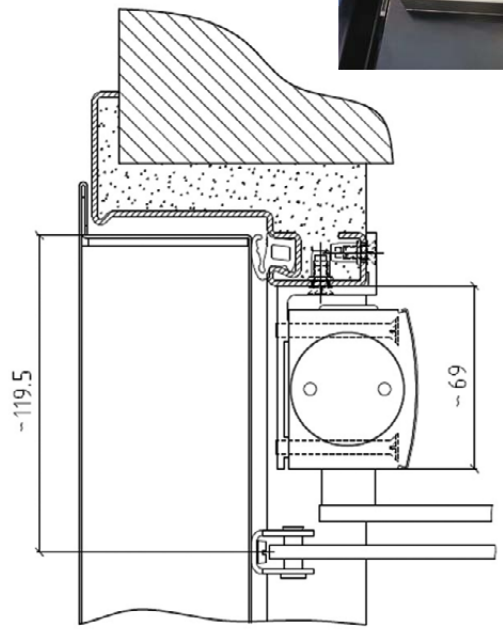
Spotkać jednak można kraje, w których obowiązują dokumenty w randze norm technicznych, precyzyjnie określające wymiary otworów ściennych i drzwi oraz stosowne tolerancje. Taka sytuacja występuje m.in. w Niemczech, co przedstawiono w dalszej części publikacji.

Interpretacja przepisów dotyczących wymiarowania drzwi

Jak już w publikacji wspomniano, najistotniejszym i najczęściej wymienianym w przepisach wymiarem drzwi jest ich szerokość w świetle ościeżnicy. Istotnie w świetle przywołanych regulacji prawnych grubość skrzydła drzwi po otwarciu nie może pomniejszać wymiaru szerokości otworu w świetle ościeżnicy. Jednak w praktyce, w ogromnej większości przypadków otwarte skrzydło pomniejsza swą grubością szerokość drzwi w świetle ościeżnicy. W konsekwencji – jeśli nawet ościeżnica ma wymiar mierzony w świetle, zgodny z krajowymi przepisami (np. 900 mm), to po otwarciu drzwi o kąt 90° jest on mniejszy o grubość skrzydła np. 50 mm i w praktyce szerokość otworu w świetle ościeżnicy wynosi tylko 850 mm. Dopiero otwarcie skrzydła o kąt od 115° do nawet 130° (w zależności od grubości skrzydła oraz rodzaju drzwi – przylgowe lub bezprzylgowe), tworzy zgodną z przepisami szerokość, w której światło w przejściu pokrywa się ze światłem ościeżnicy. Przedstawioną sytuację w odniesieniu do drzwi przylgowych, przykładowo obrazuje rys. 2.

REKLAMA
Profesjonalne masy uszczelniające
PROVENTUSS®
Inspired since 15 years
Proventuss Polska Sp. z o.o., ul. Flisa 4, 02-247 Warszawa
tel. +48 22 122 85 40, fax +48 22 122 85 44, e-mail: biuro@proventuss.eu, www.proventuss.eu





Rys. 3. Wymiary szerokości drzwi z dźwignią przeciwpaniczną

Rys. 4. Usytuowanie samozamykacza po stronie przeciwnej do zawiasów

Szersze otwarcie skrzydła, a więc o kąt większy niż powyżej wymieniony, jest oczywiście możliwe. Wymaga jednak zawsze odpowiedniego miejsca w obszarze otworu z zainstalowanymi drzwiami, co nie w każdym przypadku można uzyskać. Dotyczy to np. sytuacji, kiedy drzwi są usytuowane w narożniku pomieszczenia lub na korytarzu (ciąg komunikacyjny), gdzie skrzydło otwiera się bezpośrednio na ścianę, uniemożliwiając otwarcie skrzydła o kąt większy niż 90°. Nie zyskamy wówczas wymaganej szerokości otworu w świetle ościeżnicy.

W praktyce można spotkać się z sytuacją, w której inwestor zakupił – zgodnie z zatwierdzoną dokumentacją – drzwi o wymaganej szerokości w świetle ościeżnicy (np. przeciwpożarowe o szerokości 900 mm), które następnie zainstalowano w wyjściu na korytarz. W trakcie odbioru budynku, przedstawiciel straży pożarnej po otwarciu drzwi o kąt ok. 100° (tylko na tyle pozwalało ich usytuowanie w otworze budowlanym) zmierzył szerokość otworu pomiędzy wewnętrzna krawędzią ościeżnicy, a skrzydłem wchodzącym w jej światło, a więc zmniejszonym o pewną lub całkowitą jego grubość (np. 50 mm). Wynik pomiaru, przeprowadzonego zgodnie z wymaganiami „warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki" (§9.1 i §9.2) wykazał, iż szerokość ta, wynosząca tylko 850 mm, nie jest zgodna z wymaganiami odpowiednich przepisów. W związku z tym faktem przeprowadzający kontrolę sporządził negatywną opinię, skutkującą nieudzieleniem pozwolenia na użytkowanie.

Jeszcze bardziej niekorzystna sytuacja występuje w przypadku drzwi, gdzie zainstalowano zamknięcie przeciwpaniczne, uruchamiane prętem poziomym, zwanym także dźwignią przeciwpaniczną. Okucie to, zamontowane na skrzydle drzwiowym, odstaje od jego płaszczyzny na odległość z zasady nie mniejszą niż 100 mm. Na rys. 3 przedstawiono przykładowe drzwi wyposażone od strony wewnętrznej w dźwignię przeciwpaniczną, w których skrzydło jest otwarte o kąt 90°. Jeżeli teoretyczny wymiar szerokości w świetle ościeżnicy wynosi 900 mm, to rzeczywisty jest pomniejszony o odstającą dźwignię oraz część grubości skrzydła i wynosi tylko 764 mm.

Analogiczna sytuacja występuje w odniesieniu do wysokości w świetle ościeżnicy, którą pomniejszają zainstalowane okucia jak samozamykacze, regulatory kolejności zamykania skrzydeł drzwi, a także progi i ich uszczelnienia. Przykładowo przedstawiony na rys. 4 samozamykacz zainstalowany do ościeżnicy drzwi zmniejsza rzeczywistą wysokość w świetle ościeżnicy o około 120 mm.

Wymiarowanie drzwi w Niemczech

Zagadnienia wymiarowania drzwi, otworów drzwiowych i związanych z tym tolerancji reguluje w Niemczech norma DIN 18100[4]. Z kolei powiązana z nią norma DIN 4172[5] dotyczy modułowej koordynacji w budownictwie, obejmującej także drzwi. W zakresie tych wyrobów moduły wymiarowe są stopniowane co 125 mm i w odniesieniu do szerokości wynoszą np. 875 mm, 1000 mm, 1125 mm, 1250 mm, a w stosunku do wysokości np. 2000 mm, 2150 mm, 2250 mm, 2375 mm, 2500 mm. Przedstawiony wymiar modułowy jest teoretycznym wymiarem otworu w murze tzw. „Baurichtmass" oznaczanym jako BRM. Jest to wymiar zamówieniowy, niezależny od konstrukcji drzwi, ale z którym związane są pozostałe wymiary. Taki sposób wymiarowania, w zależności od rodzaju ościeżnicy, obrazują rys. 5 i 6.

Najważniejszą zaletą tego systemu jest bezpośrednie powiązanie wymiaru BRM (zamówieniowego) z wymiarem otworu w murze, co eliminuje problem z jego przygotowaniem, bez względu na rodzaj drzwi oraz ich producenta.

Pomimo, iż wymiar „Baurichtmass" nie jest związany z wymiarem w świetle ościeżnicy, to jego moduły są tak zdefiniowane, że wymiary modularne BRM gwarantują uzyskanie nie mniejszych, a z zasady większych, od wymaganych polskimi przepisami, wymiarów w świetle ościeżnicy.

Poprzeć to można przykładem odnoszącym się do najczęściej wymaganego polskimi przepisami wymiaru szerokości drzwi w świetle ościeżnicy tj. 900 mm. Niemieckim odpowiednikiem tego wymiaru jest BRM wynoszący 1000 mm (na dokumentacji budowlanej i w zamówieniu podawany

Jesteśmy autoryzowanym dealerem
UNIC CRANES EUROPE oraz GGR Group

PODNIOSE.pl
PRACE DŹWIGOWE MINI ŻURAWIAMI

tel. 502 415 570

MINI ŻURAWIE DO PRAC SZKLARSKICH

WYNAJEM ORAZ **SPRZEDAŻ** NOWYCH I UŻYWANYCH **PRECYZYJNYCH** MINI DŹWIGÓW

RODZINA MINI ŻURAWI UNIC

MINI ŻURAW UNIC URW-094
Udźwig: 0,995t x 1,5m

MINI ŻURAW UNIC URW-095
Udźwig: 0,995t x 3,5m

MINI ŻURAW ECO-UNIC
Udźwig: 0,995t x 3,5m

MINI ŻURAW UNIC URW-245
Udźwig: 2,4t x 1,5m

MINI ŻURAW UNIC URW-295
Udźwig: 2,9t x 1,4m

MINI ŻURAW UNIC URW-376
Udźwig: 2,9t x 2,5m

MINI ŻURAW UNIC ECO-376
Udźwig: 2,9t x 2,5m

MINI ŻURAW UNIC URW-506
Udźwig: 3t x 3,4m

MINI ŻURAW UNIC URW-547
Udźwig: 4t x 2,5m

MINI ŻURAW UNIC URW-706
Udźwig: 6t x 3m

MINI ŻURAW UNIC URW-706-2
Udźwig: 6t x 3m

MINI ŻURAW UNIC URW-1006
Udźwig: 10t x 3m

OSPRZĘT SZKLARSKI DO MINI ZURAWI UNIC

Ssawka MRT4 Dual Circuit
Udźwig: 320 kg

Podnośnik MINI CLAD
Udźwig: 400 kg

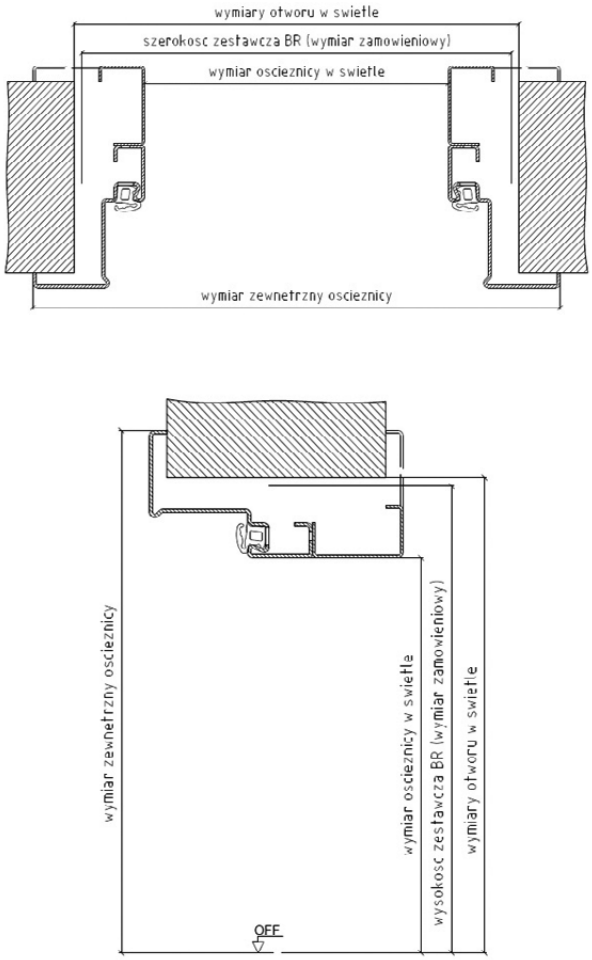
Podnośnik próżniowy FLEXI CLAD
Udźwig: 400 kg

Robot terenowy Oscar 600 offroad
Udźwig: 600 kg

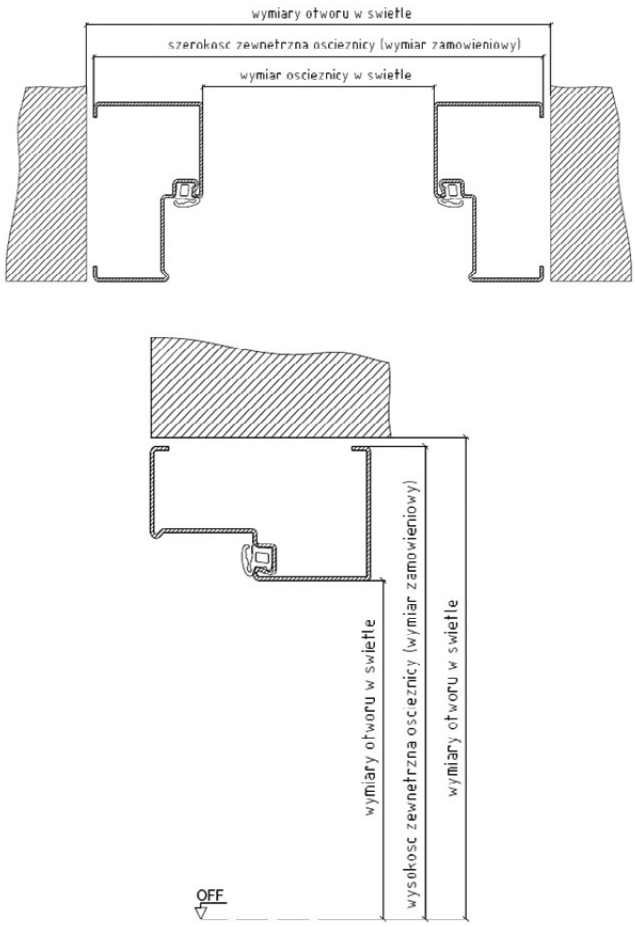
Podniose.pl

ul. Starokrakowska 133A
26-600 Radom

tel: 502 415 570
mail: podniose@podniose.pl



Rys. 5. Wymiarowanie drzwi z ościeżnicą obejmującą lub kątową



Rys. 6. Wymiarowanie drzwi z ościeżnicą blokową

jest wymiar 1000 mm), który – w zależności od konstrukcji drzwi – daje odpowiednio wymiar szerokości w świetle ościeżnicy w granicach od 918 do 934 mm.

Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych w publikacji regulacji prawnych, uwarunkowań technicznych i przykładów stwierdzić należy, iż samo określenie w dokumentacji obiektu wymaganej przepisami szerokości drzwi w świetle ościeżnicy jest niewystarczające. Niezbędne jest jeszcze przeprowadzenie analizy rzeczywistych warunków wbudowania drzwi. Celem jest zawsze stwierdzenie możliwości otwarcia skrzydła drzwiowego o odpowiedni kąt, gwarantujący uzyskanie wymaganej szerokości otworu w świetle ościeżnicy. Ponadto rozważenia i dodatkowej analizy wymaga zmniejszenie rzeczywistej szerokości w świetle ościeżnicy poprzez zainstalowane w drzwiach okucia, zwłaszcza przeciwpaniczne.

Identyczna sytuacja występuje w odniesieniu do wysokości drzwi w świetle ościeżnicy. Poprzez zamontowanie w nich okuć, takich jak np. samozamykacze oraz progi i związane z nimi uszczelnienia, następuje zmniejszenie rzeczywistej wysokości elementów drzwiowych. W związku z powyższym wymaga to także przeprowadzenia stosownych analiz.

Podkreślić należy, że przedstawione analizy powinny być przeprowadzone na etapie projektowania, jeszcze przed podjęciem decyzji o przyjęciu ostatecznego rozwiązania technicznego, umieszczanego następnie w dokumentacji obiektu. Ewentualne przeoczenia na tym etapie, mogą bowiem skutkować niepotrzebnymi (a czasem i trudnymi technicznie lub kosztownymi dla inwestora) komplikacjami w trakcie prowadzenia robót budowlanych, albo w czasie już samego odbioru budynku.

Przy tej okazji warto zasygnalizować, iż kolejnym problemem, jednak całkowicie zależnym od instytucji tworzących przepisy techniczno-prawne, jest uporządkowanie systemu wymiarowania drzwi oraz otworów ściennych do tych wyrobów. Celem jest uniknięcie różnych interpretacji „pojęcia" wymiarów, występujących przy zamawianiu drzwi oraz związanych z wykonywaniem otworów ściennych. Należałoby zatem tak zdefiniować pojęcie „wymiaru drzwi", aby stał się on jednoznacznym punktem odniesienia, chociażby dla wymiaru otworu budowlanego, czy też konstrukcji mocującej drzwi. Może właśnie doświadczenia i wzory niemieckie mogłyby okazać się bardzo pomocne?

AUTOR

Dariusz Potrzebski
Hörmann Polska

Literatura:

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami).

[2] PN-EN 14351-1+A1:2010 *Okna i drzwi – Norma wyrobu, właściwości eksploatacyjne – Część 1: Okna i drzwi zewnętrzne bez właściwości dotyczących odporności ogniowej i/lub dymoszczelności.*

[3] PN-ISO 7976-2:1994 *Tolerancje w budownictwie – Metody pomiaru budynków i elementów budowlanych – Usytuowanie punktów pomiarowych.*

[4] DIN 18100 *Otwory ścienne do drzwi o wymiarach zgodnych z normą DIN 4172*

[5] DIN 4172 *Wymiary w budownictwie (Maßordnung im Hochbau).*

Technologia Smart-Tinting firmy HALIO zdaje test tropikalny

W eksperymencie instytutu BCA Skylab Singapore przeprowadzono porównanie elektrochromatycznej technologii Halio® Glass z klasycznymi, jednokomorowymi szybami zespolonymi z mechaniczną osłoną przeciwsłoneczną. Wyniki pokazują, że inteligentnie przyciemniane szkło poprawia komfort użytkowania i obniża koszty energii przy jednoczesnym zachowaniu widoczności otoczenia zewnętrznego. Zatrzymane zostało 100% światła oślepiającego, zaoszczędzono od 17 do 25% kosztów energii elektrycznej na oświetlenie i przez ponad 95% czasu trwania testu osiągnięto dobry komfort w pomieszczeniu.

HALIO International opublikował wyniki obszernego testu w warunkach laboratoryjnych przeprowadzonego przez Energy Research Institute Politechniki Nanyang w Singapurze.

— *Wyniki eksperymentów dowodzą, że możemy zakwalifikować technologię Halio® jako innowacyjne, zielone rozwiązanie dla budynków przyszłości* — wyraża swoje zadowolenie **Benoit Domercq**, Dyrektor Generalny na Europę i Bliski Wschód w firmie HALIO International.

Obrotowa platforma umożliwia różne scenariusze oświetlenia

Na obrotowej platformie na dachu 7-piętrowego budynku umieszczone są dwa identyczne pomieszczenia badawcze instytutu BCA Skylab, każde o powierzchni 43 m². Umożliwia to przeprowadzenie testów technologicznych w wymagających warunkach tropikalnych przy zróżnicowanym nasłonecznieniu. Dla realizacji pomiarów dostępnych jest ponad 200 czujników. W badaniu porównywano warunki panujące w pomieszczeniu z elewacją wykonaną ze szkła Halio® do warunków w pomieszczeniu referencyjnym z elewacją z konwencjonalnego jednokomorowego oszklenia z powłoką Low-E i żaluzjami. W obu pomieszczeniach zostały odtworzone identyczne warunki biurowe.

POMIESZCZENIE REFERENCYJNE Powłoka Low-E		POMIESZCZENIE HALIO Szyba Halio® z regulacją automatyczną
3 godziny dokuczliwe światło oślepiające, **1,25 godzin** drażniące światło oślepiające	**KOMFORT WIZUALNY**	**Nie** zanotowano światła **oślepiającego**
Podstawowe zużycie energii z oszkleniem Low-E i zasuniętymi żaluzjami	**OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII**	Obniżenie kosztów energii **oświetlenia o 17 %** (w kierunku zachodnim) **wzgl. 25 %** (w kierunku północnym)
75 – 78 % czasu	**KOMFORT CIEPLNY (PMV2 w kategorii B stosownie do PN-EN ISO 7730)**	**95 %** czasu

Wyniki pokazują, że technologia Halio przewyższa tradycyjne szkła Low-E w trzech zakresach: ochrony przed oślepianiem, komfortu cieplnego i oszczędności energii elektrycznej na oświetlenie.

Komfort wizualny: ochrona przed oślepianiem

Zdjęcia wykonane kamerą HDR, która obejmowała całkowite pole widzenia użytkownika budynku, pokazują, że Halio zatrzymuje w 100% ekstremalnie silne oślepiające światło. Okres prób obejmował trzy następujące po sobie popołudnia, przy czym testowane elewacje były skierowane na zachód. Zarejestrowane przez kamerę wartości zostały przeliczone na współczynnik oślepienia DGP i przyporządkowane, zgodnie z metodą Wienolda i Christoffersena (Wienold, 2006 [1]), czterem kategoriom: niezauważalne,

	Kategoria A Zalecana dla pomieszczeń, z których korzystają osoby bardzo wyczulone i wymagające opieki, takie jak dzieci, seniorzy i osoby chore (mniej niż 6 % niezadowolonych)	Kategoria B Zalecana dla pomieszczeń w nowo wzniesionych i odrestaurowanych budynkach (mniej niż 10 % niezadowolonych)
Halio	61 % czasu w okresie pomiarowym	95 % czasu w okresie pomiarowym
Szyba zespolona jednokomorowa z podniesionymi żaluzjami	33 % czasu w okresie pomiarowym	75 % czasu w okresie pomiarowym
Szyba zespolona jednokomorowa z opuszczonymi żaluzjami	36 % czasu w okresie pomiarowym	78 % czasu w okresie pomiarowym

zauważalne, drażniące i dokuczliwe. Łącznie 3 godziny „dokuczliwego światła oślepiającego" i 1,25 godziny „drażniącego światła oślepiającego" zmusiło użytkowników w pomieszczeniu referencyjnym do opuszczenia żaluzji i tym samym także do przerwania widoczności otoczenia zewnętrznego. Natomiast w przeciągu wszystkich trzech dni w pomieszczeniu z oszkleniem Halio nie stwierdzono jakiegokolwiek oślepienia światłem naturalnym. Nawet w stanie całkowitego przyciemnienia szkło Halio pozostawało przejrzystym. Użytkownik budynku posiada stale najlepszy dostęp do światła naturalnego, ponieważ sterownik automatycznie dopasowuje stopień zaciemnienia do zmiany intensywności oślepiania.

Mniejsza konieczność ztucznego oświetlenia

Ze wzrostem komfortu wizualnego powiązana była redukcja kosztów energii przeznaczonej na oświetlenie. W pomieszczeniu testowym wyposażonym w szkło Halio zapotrzebowanie na energię elektryczną było o 17% mniejsze przy ukierunkowaniu na zachód i o 25% mniejsze przy ukierunkowaniu na północ w porównaniu do sytuacji referencyjnej z zasuniętymi żaluzjami.

Podwyższony komfort cieplny

I w ostatniej, nie mniej ważnej kwestii, dokonano także pomiarów różnic komfortu cieplnego zgodnie z PN-EN ISO 7730 wzgl. PN-EN 15251. Do obliczenia wskaźnika PMV (indywidualne samopoczucie) i wskaźnika PPD (stopień dyskomfortu) zgodnie z ISO 7730 uwzględniono parametry klimatyczne, takie jak temperatura pomieszczenia, średnia temperatura promieniowania, wilgotność powietrza i prędkość przepływu powietrza w pomieszczeniu.

Również tutaj wyniki wskazują na wyraźne zalety technologii elektrochromatycznej. Ponad 95% czasu w pomieszczeniu testowym z oszkleniem Halio panował przyjemny klimat kategorii B, w porównaniu do 75% i 78% w przypadku oszklenia jednokomorowego z otwartymi lub zasuniętymi żaluzjami. Sugeruje to domniemanie, że inteligentne zaciemnienie poza przeciwdziałaniem światłu oślepiającemu może również obniżyć ilość doprowadzonej energii z zewnątrz i tym samym na stałe poprawić komfort cieplny. ■

Więcej informacji na stronie internetowej halioglass.eu.

AUTOR

Dariusz Adamski
HALIO International, www.halioglass.eu

Bibliografia

[1] Wienold, J. C. (2006): Evaluation methods and development of a new glare prediction model for daylight environments with the use of CCD cameras. „Energy Build." 38, s. 743-757.

Halio® – najnowocześniejszy system zarządzania naturalnym światłem

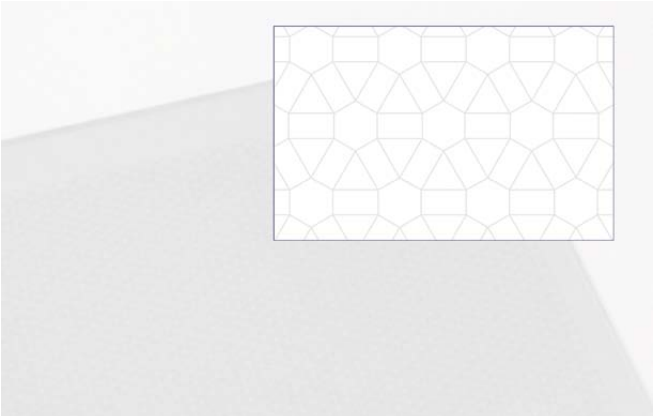
Naturalne światło słoneczne, wygoda i indywidualna strefa prywatności są w nowoczesnej architekturze szkła wielkościami możliwymi do precyzyjnego zaplanowania. Imponująco szybkie i nadzwyczaj estetyczne równomierne przyciemnienie w eleganckich odcieniach szarości, bez domieszki błękitu, następuje w czasie krótszym niż trzy minuty. Halio ze wskaźnikiem oddawania barw o wartości 97, w stanie nieprzyciemnionym, jest szkłem szczególnie neutralnym i przejrzystym jak zwykłe szkło elewacyjne. Wysoko efektywne energetycznie, z wartościami Ug do 0,6 W/(m^{2}K) oraz oszczędnościami kosztów energii do 22 %. Inteligentne rozwiązanie z łatwą integracją z systemami zarządzania budynkiem i automatyką domową przy współpracy z chmurą cyfrową Halio.

Osoba kontaktowa: Dariusz Adamski
HALIO International
Avenue Jean Monnet 4
1348 Louvain-la-Neuve - Belgia
Tel. kom: +48 570 553 410
dariusz.adamski@halioglass.com
www.halioglass.eu

HALIO®
living with light

Szkło umożliwiające korzystanie z telefonii komórkowej dzięki uszlachetnianiu laserem

Z punktu widzenia fizyki właściwie nie ma rozwiązania tego problemu: jeśli dla polepszenia właściwości izolacyjnych szkło powleczone jest warstwą Low-E lub inną warstwą wierzchnią, zmniejsza się współczynnik przenikania ciepła, a tym samym poprawia się izolacja cieplna szyby. Z drugiej jednak strony zmniejsza się również przepuszczalność stosowanych w telefonii komórkowej fal o wysokiej częstotliwości, tak że w najlepszym przypadku komunikacja za pomocą telefonu komórkowego lub tabletu jest ograniczona – a w najgorszym przypadku nawet niemożliwa. Jeżeli szyby lub szklana elewacja uszlachetnione są metalową powłoką, to powłoka ta, przy dużej ilości szkła i metalu, działa jak klatka Faradaya, co uniemożliwia korzystanie z telefonii komórkowej lub poważnie ją utrudnia przez niepożądane odbijanie sygnałów.



Rys. 1. Dzięki nowo opracowanemu, delikatnemu wzorowi, szkło powlekane można uszlachetniać laserowo w taki sposób, że stosowane w telefonii komórkowej fale o wysokiej częstotliwości przenikają przez powierzchnię bez tłumienia.

Rys. 2. Przepuszczalność dla telefonii komórkowej jest znacznie zwiększona przez obróbkę laserową i jest porównywalna do przepuszczalności szkła niepowlekanego.

Częściowe usunięcie warstwy użytkowej zapewnia przenikanie sygnałów

Nowy proces uszlachetniania firmy HEGLA boraident usuwa ten zasadniczy konflikt pomiędzy izolacją cieplną a wymaganiami odnośnie do bezprzewodowej transmisji danych na urządzenia mobilne. W tym celu warstwa Low-E lub inna warstwa użytkowa jest częściowo usuwana laserem bardzo cienkimi pasmami, co pozwala na przenikanie fal o wysokiej częstotliwości. Usuwanie warstwy odbywa się według nowo opracowanego wzoru organicznego, składającego się z nachodzących na siebie dwunastokątów lub okręgów. Ze względu na małą szerokość pasm uszlachetnienie jest prawie niewidoczne dla ludzkiego oka. Jeśli w kolejnym etapie szyba zostanie przetworzona w szybę zespoloną, strukturę tę można określić jako prawie niewidoczną.

Segmentacja lasera zwiększa znacznie przepustowość dla telefonii komórkowej i przesyłu danych. Po przetworzeniu szkła stopień przepuszczalności energii dla fal o wysokiej częstotliwości jest porównywalny ze stopniem przepuszczalności szkła niepowlekanego. Nawet przy wyższych częstotliwościach i szerokościach pasma w standardzie 5G nie ma większych ograniczeń. Uszlachetnienie szkła zapewniające przepuszczalność telefonii komórkowej okazuje się zatem korzystne zwłaszcza w miejscach, gdzie jest ona pożądana, takich jak sale konferencyjne, hotele, komunikacja miejska czy biura. W takich przypadkach przedsiębiorstwa zajmujące się przetwarzaniem szkła mogą osiągać wyższą wartość dodaną swoich produktów. Klienci stosujący tego typu szkło zyskują, ponosząc niższe nakłady finansowe na wyposażenie techniczne tj. routery, regeneratory sygnału lub połączenia LAN.

Właściwości izolacyjne, wytrzymałość i efektywność energetyczna pozostają praktycznie niezmienione

Podczas obróbki laserowej nie dochodzi do uszkodzenia powierzchni, co przekłada się na zachowanie jakości – nie ma negatywnego wpływu na wytrzymałość szkła float, ESG ani TVG. Ponadto właściwości izolacyjne i efektywność energetyczna pozostają prawie niezmienione.

Oprócz właściwej zalety produktu, jaką jest udoskonalenie szkła zapewniające przepuszczalność dla telefonii komórkowej, zastosowana struktura wyróżnia się właściwościami technicznymi. Uzyskany w ten sposób wzór postrzegany jest przez użytkowników jako subtelny. Ponadto składa się on z pojedynczych elementów, które zazębiają się i nakładają na siebie, dlatego też może być szczególnie łatwo dzielony na segmenty, co zapewnia efektywne wykorzystanie. Co więcej, zastosowanie tej struktury do obróbki tworzy optycznie idealny, ciągły wzór, zapewniający wysoką jakość estetyczną.

Metodę obróbki laserowej do uszlachetniania szkła umożliwiającą korzystanie z telefonii komórkowej można zainstalować na urządzeniu Laserbird jako aplikację i używać bez potrzeby stosowania specjalnych urządzeń. ■

AUTOR

Carsten Koch
HEGLA boraident GmbH & Co. KG

Przedstawicielstwo HEGLA na Polskę:
MC DIAM sp. z o.o.
Al. Lotników 12, 02-668 Warszawa
Michał Siergiejewicz tel. 609 685 877
m.siergiejewicz@mcdiam.com.pl
Tomasz Świątkowski tel. 693 451 606
t.swiatkowski@mcdiam.com.pl

Serwisowanie ssawek to trwałość i bezpieczeństwo

Manipulatory próżniowe, czyli ramy ssawkowe lub po prostu ssawki do szkła – na stałe wpisały się w parki maszynowe polskich firm przetwórstwa szkła. Złożyły się na to dwa czynniki: z jednej strony sytuacja na rynku pracy, czyli rosnące koszty pracy z jednoczesnym spadkiem ilości osób chętnych do wykonywania pracy fizycznej, z drugiej zaś trend do produkcji coraz to większych szyb, a co za tym idzie, coraz cięższych formatek.
Do ich przenoszenia, a także manipulacji nimi (obrotu, pochylenia) wystarczy teraz tylko jedna osoba, jeśli użyje odpowiednio dobranej ramy ssawkowej. A co najważniejsze, to operator ramy nie musi odznaczać się dużą sprawnością fizyczną, ponieważ cały ciężar formatki jest utrzymywany przez manipulator.

Ważny argument: bezpieczeństwo

Dodatkowym argumentem przemawiającym za stosowaniem ram ssawkowych jest podniesienie bezpieczeństwa pracy poprzez odsunięcie zawsze niebezpiecznego szkła od osoby je transportującej oraz zastosowanie w konstrukcjach ram dodatkowych, ochronnych środków technicznych. By zachować bezpieczeństwo pracy urządzenie musi być sprawne oraz obsługiwane we właściwy sposób.

Należy pamiętać, że polskie prawo wymaga od eksploatującego ramę ssawkową przeprowadzania przeglądów konserwacyjnych. W przypadku ram, które są niezależnym urządzeniem i mogą zostać podwieszone pod hak dźwignicy, taki przegląd techniczny powinien się odbyć co najmniej raz w roku. Urządzenia na stałe zintegrowane z dźwignicą, podlegają przepisom o Dozorze Technicznym, który sam wyznacza terminy konserwacji.

Regularna konserwacja – stała korzyść

Spełnienie wymagań formalnych nie oznacza automatycznie, że urządzenie jest bezpieczne. Jego stan techniczny może ulec pogorszeniu na skutek awarii lub nieprawidłowej eksploatacji. Praktyka pokazuje, że firmy zajmujące się konserwacją żurawi i suwnic mając doświadczenie w urządzeniach ogólnego przeznaczenia, w przypadku dźwignic specjalizowanych nie zawsze kontrolują ssawki do szkła. Dlatego zaleca się zlecenie przeglądów firmom wyspecjalizowanym oraz regularną kontrolę urządzeń przez samych eksploatujących.

Każde urządzenie w instrukcji eksploatacji powinno zawierać informację o częstotliwości i sposobie kontroli układów, mechanizmów oraz zabezpieczeń. Operatorzy nie zawsze stosują się do zaleceń by użytkować ramę zgodnie z przepisami. Niestety, czasami niesie to ryzyko utraty zdrowia i życia pracowników.

Jedną z istotnych czynności sprawdzających jest regularna kontrola przez użytkownika stanu gumowych ssawek. „Sparciała" guma, uszkodzenia mechaniczne lub deformacje w wyniku kontaktu z substancjami ropopochodnymi, kwalifikują je do natychmiastowej wymiany. Tego typu uszkodzenia mogą być

Fot. 1. Część przyssawki poza obrysem szkła. Ostra krawędź może uszkodzić przyssawkę.

Fot. 2. Przyssawka pofalowana na skutek kontaktu z olejem

bez problemu zidentyfikowane przez personel bez przygotowania technicznego. Wskazane jest również przeprowadzanie regularnej kontroli szczelności układu próżni. Polega ona na zassaniu szyby, podniesieniu jej na niewielką wysokość i wyłączeniu układu ssania. Sprawna rama ssawkowa powinna utrzymywać próżnię w obwodzie na tyle długo, by w razie braku napięcia lub awarii instalacji sprężonego powietrza (dla ram zasilanych powietrzem) lub wyładowania się baterii (w ssawkach akumulatorowych) operator miał czas na reakcję i bezpiecznie odłożyć transportowany ładunek. Jeżeli odstępy czasu między kolejnymi załączeniami pompy próżniowej są bardzo krótkie, lub po wyłączeniu ssania, wskazówka na tarczy wakuometra (manometr podciśnieniowy) „ucieka" z zielonego pola na czerwone, to oznacza, że układ próżni jest nieszczelny. Wtedy rama ssawkowa powinna zostać poddana profesjonalnemu serwisowi.

Prawidłowa i ergonomiczna eksploatacja ma wpływ nie tylko na bezpieczeństwo i komfort pracy, ale również wydłuża okres eksploatacji części zmniejszając koszty. Dobrym przykładem są regulowane ramiona ssawek, które pozwalają dopasować rozstaw ssawek do wielkości transportowanego szkła. Ich rozsunięcie nie tylko pozwala na stabilniejsze prowadzenie transportowanego ładunku, ale również powoduje rozkład sił podnoszących na całej powierzchni szyby, i w rezultacie, wprowadzenie mniejszych naprężeń. Niektóre ramy ssawkowe dzięki osobnym obwodom próżni pozwalają podnosić formatki bez wykorzystania wszystkich ssawek. Jest to bardzo poręczne rozwiązanie, gdy na zmianę obsługiwane są małe i duże gabaryty. Należy wtedy również wykorzystywać opcję rozsuwania ssawek. Sytuacja, w której część ssawki jest na przenoszonej szybie, a fragment wystaje poza jej obrys jest niedopuszczalna! W takim przypadku ssawka nie bierze udziału w podnoszeniu, a ostra krawędź szyby może ją uszkodzić.

Ergonomicznie zaprojektowane miejsce pracy podnosi komfort oraz bezpieczeństwo

Ponieważ niewiele urządzeń ma możliwości obrotu wokół osi pionowej bez ograniczeń, należy zwrócić uwagę, czy operator w czasie transportu ładunków nie powoduje owijania się przewodów zasilających wokół ramy ssawkowej i łańcucha. Może to spowodować stopniowy spadek wydajności pracy, aż do momentu przywrócenia ich do pozycji początkowej. Ciągłe ich naprężanie powoduje także przyspieszone zużycie mechaniczne.

Dzisiaj nie trzeba nikogo przekonywać do zalet użytkowania ssawek do szkła. Na rynku dostępne są urządzenia od ogólnego przeznaczenia po wyspecjalizowane do konkretnych zadań. Trzeba jednak pamiętać, że – jak każde urządzenie – ramy ssawkowe też się zużywają, a od tego w jaki sposób będziemy się z nimi obchodzić, bezpośrednio zależy nasze bezpieczeństwo.

AUTOR

mgr inż. ***Robert Wasilewicz***
MC DIAM

MC DIAM sp. z o.o.
Al. Lotników 12, 02-668 Warszawa
www.ssawkidoszkla.pl

Serwis:
Robert Wasilewicz 691 513 565
Rafał Sroga 506 773 196

www.ssawkidoszkla.pl
SERWIS 691 513 565 • 506 773 196

REKLAMA

Hartowanie szkła – technologie inżynieryjne LandGlass Technology

Jeden piec do hartowania szkła może pracować zarówno ze szkłem płaskim jak i giętym. Od anonsowania koncepcji dwukierunkowej linii do hartowania szkła płaskiego i giętego mija 18 lat. Od tego czasu wysokowydajna i energooszczędna propozycja z powodzeniem weszła do głównego nurtu europejskiego przemysłu szklarskiego.

LandGlass Technology specjalizuje się w projektowaniu, rozwoju i produkcji wysoko zaawansowanych pieców do hartowania szkła. Firma posiada setki patentów w zakresie hartowania szkła płaskiego i giętego, a także kontynuuje rozwój tej technologii, aby sprostać rosnącym wymaganiom współczesnego przemysłu szklarskiego. O ile najnowszą linię technologiczną LandGlass Technology dla przemysłu szklarskiego znajdziemy w Australii, to właśnie rynek europejski okazuje się teraz najbardziej chłonny na propozycje sygnowane kompetencjami inżynierów firmy z siedzibą w Luoyang, w Chinach. Globalny dziś koncern – producent pieców do hartowania szkła wszelkiego typu, obecny dzięki swym autoryzowanym reprezentantom w niemal każdym zakątku świata – okazuje się podbijać serca kolejnych kontrahentów w krajach Unii Europejskiej. I nic dziwnego. Kompletne linie technologiczne Landglass odzwierciedlają zaangażowanie sztabu inżynierów w innowacje technologiczne oraz koncentrację na rozwoju człowieka i zrównoważonym rozwoju.

Firma LandGlass Technology stworzyła sieć serwisową o zasięgu ogólnoświatowym poprzez centra serwisowe zlokalizowane w Europie, Ameryce, Azji Południowo-Wschodniej, Indiach i Rosji, co pozwala na bardziej terminową i przemyślaną obsługę jej klientów na całym świecie. Wyłącznym przedstawicielem na rynek polski jest firma MEKANIKA z Gorlic.

Fot. 1. Każdy etap rozwoju LandGlass Technology odzwierciedla zaangażowanie producenta w innowacje technologiczne oraz koncentrację na rozwoju człowieka i zrównoważonym rozwoju (fot. www.landglass.com)

— *Czy to szkło małowymiarowe, czy typu Jumbo, LandGlass Technology posiada pełną gamę pieców do hartowania, więc zaspokoi potrzeby debiutujących w tej branży firm, jak i gigantów przemysłowej, wielkoseryjnej produkcji, gdy pomyślą o potrzebie modernizacji przestarzałych linii technologicznych* — zapewnia **Błażej Wroński** z firmy MEKANIKA.

Za każdym razem mowa o kompletnym portfolio propozycji, których trzon stanowią piece do hartowania szkła płaskiego (jednokomorowe, dwukomorowe, przelotowe), piece do gięcia i hartowania szkła (wzdłużne i poprzeczne), piece typu KOMBI do hartowania szkła płaskiego i giętego. Tymi ostatnimi szczególnie powinny zainteresować się firmy, które dotąd korzystają z usług hartowni szkła, co oczywiście nie pozostaje bez wpływu na cenę.

Fot. 2. W 2019 roku produkcja i instalacja linii technologicznych LandGlass Technology na rynkach zagranicznych osiągnęła rekordowy poziom (fot. www.landglass.com)

Fot. 3. W kompetencjach firmy MEKANIKA jest kompleksowa i terminowa obsługa posprzedażowa klientów LandGlass Technology, a też oczywiście pomoc w wyborze optymalnej linii technologicznej (fot. www.landglass.com)

Dlaczego linie technologiczne LandGlass Technology?

Stały uczestnik wiodących wydarzeń, by wspomnieć GlassBuild America, VITRUM, GLASSTEC… – każdą kolejną edycję zapisuje w entuzjastycznych komunikatach. Z rekordowo najwyższym zainteresowaniem spotkała się propozycja prezentowana całkiem niedawno. Podczas włoskiej edycji międzynarodowej wystawy szkła VITRUM 2019 stoisko LandGlass Technology prezentowało kompleksowe podejście do technologii przemysłowych 4.0 i IoT (*Internet of Things* – ang. Internet Rzeczy). Prócz propozycji inteligentnych fabryk pokazano nowej generacji piec do hartowania szkła UltraJet™ oraz szkło izolowane próżniowo LandVac®. Stoisko było tłumnie oblegane, miały miejsce pierwsze konsultacje, zainicjowano pierwsze realizacje.

Dwukierunkowy piec do hartowania szkła dziś stanowi o unikalnym procesie gięcia i hartowania – sztandarowej propozycji chińskich inżynierów. Zespół badawczo-rozwojowy LandGlass Technology opracował specjalną maszynę do gięcia i hartowania szkła typu jumbo, której wymagał rynek architektoniczny. LandGlass wprowadził linię AC do hartowania szkła płaskiego i giętego w dwóch kierunkach (AC Flat & Bent Bi-Direction Glass Tempering Line). Ten typ linii posiada zarówno wygiętą jak i płaską sekcję hartowniczą na dwóch końcach pieca grzewczego. Może ona hartować szkło płaskie lub gięte poprzez załadunek szkła z różnych kierunków.

Szkło o odpowiednich paramatrach

Szkło hartowane ma charakterystyczne cechy oraz właściwości, które definiują jego szerokie zastosowanie w wielu branżach, od budowlanej po motoryzacyjną, oraz tłumaczą jego wciąż rosnącą popularność. Najczęściej stosuje się je w miejscach podwyższonego ryzyka. Materiał taki pożądany jest przez architektów oraz inżynierów, ponieważ nadaje budynkom dodatkowych walorów estetycznych bez utraty wysokich parametrów świetlno-energetycznych. Hartowanie szkła pozwala na nadanie mu parametrów, które są potrzebne w przypadku budowy szklanych fasad, balustrad, kabin prysznicowych, regałów, mebli, blatów stolików, zadaszeń, ale też schodów i podłóg. Szkło hartowane ma coraz większy wachlarz zastosowań.

— LandGlass Technology ewoluował od dostawcy jednego urządzenia do lidera w dziedzinie przetwarzania szkła i wysokiej klasy energooszczędnych materiałów budowlanych, oferującego zintegrowane technologie dla szerokiego grona odbiorców. Dziś, dzięki naszej kompletnej propozycji pieców, możemy zaspokoić potrzeby zarówno niewielkich producentów gotowych produktów, jak i gigantów przemysłu szklarskiego. Dość powiedzieć, że LandGlass Technology to piece zaprojektowane do hartowania niewielkich formatek, począwszy od płaskich w rozmiarze 200x400 mm i giętych 300xARC500, a skończywszy na gigantycznych taflach płaskich o wymiarach 2440x8000 mm i 5000xARC280 dla szkła giętego. Za każdym razem finalne produkty mogą mieć grubość od 4 do 19 mm — przybliża portfolio propozycji Błażej Wroński z firmy MEKANIKA.

Fot. 4. a)Piec do hartowania szkła serii Cyclone jest w stanie zapewnić systemowe rozwiązania dla płaskiego i giętego szkła hartowanego. b) Nowa generacja pieców do hartowania szkła UltraJet typu kombi (fot. www.landglass.com)

Hartowanie szkła polega na poddaniu go obróbce cieplnej i doprowadzeniu do temperatury mięknięcia, a następnie szybkim ostudzeniu. W wyniku tych działań, w warstwie powierzchniowej szkła powstają naprężenia, zwiększające jego wytrzymałość. W pierwszym etapie chłodzenia następuje natychmiastowy skurcz warstw wierzchnich. Utrata ciągliwości powoduje ściskanie przez warstwy zewnętrzne warstw wewnętrznych. W zahartowanym szkle na jego wewnętrzną warstwę działają naprężenia rozciągające, natomiast na zewnętrzną – ściskające. Samo hartowanie szkła trwa zaledwie kilka sekund, a reszta to proces studzenia go do temperatury pokojowej.

— Dla powodzenia procesu istotna jest eliminacja tafli z wadami ukrytymi. Wszelkie pęcherzyki powietrza czy pęknięcia są wykrywane przez bramkę detekcyjną na wejściu, więc tylko tafle nieskazitelnie „czyste" trafią do pieca. Proces jest więc bardziej wydajny. Nie do pomyślenia jest hartowanie szkła z wadami ukrytymi — podkreśla Błażej Wroński.

Ultra przejrzyste, szkło z nadrukiem sitowym, szkło ze wzorem, szkło barwione, szkło bezbarwne… Posiadacza linii technologicznej marki LandGlass nie limituje wybór produktów, który wymaga obróbki cieplnej.

— Dlaczego LandGlass Technology? Bo za technologią tą stoi największa ilość patentów międzynarodowych, a w Polsce konsultanci techniczni, którzy dosłownie w każdej chwili – dziś dzięki cyfrowej łączności – pomagają w implementacji najlepszych rozwiązań, co każdego dnia podnosi rentowność firm specjalizujących się w hartowaniu szkła — podsumowuje Błażej Wroński.

Od inteligentnej linii do przetwarzania szkła i inteligentnej fabryki, która integruje technologie przemysłowe 4.0 i IoT, po pełną gamę rozwiązań technicznych dla płaskich i giętych szkieł hartowanych – w kompetencjach specjalistów z firmy MEKANIKA z Gorlic jest dobranie optymalnego pieca do hartowania szkła wszelkiego typu. Mowa tu o produktach finalnych obejmujących architekturę, meble, sprzęt gospodarstwa domowego, samochody i energię słoneczną, a także po wysokowydajne, energooszczędne nowe materiały, jak szkło hartowane próżniowo LandVac.

Zespół obsługi klienta firmy MEKANIKA jest odpowiedzialny za instalację urządzeń LandGlass Technology i zapewnienie serwisu posprzedażnego. Służy oczywiście wsparciem na etapie wyboru optymalnej linii technologicznej i modernizacją już posiadanej. W myśl filozofii „integralności, jakości, innowacji i usług" specjaliści z Gorlic postrzegani są dziś jako liderzy zaawansowanych technologicznie pieców hartowniczych. ■

MEKANIKA

Masz pytanie dotyczące artykułu, napisz: biuro@mekanika.pl

MEKANIKA

GENERALNY PRZEDSTAWICIEL LANDGLASS W POLSCE

LandGlass

For your next leap

Inteligentne piece do hartowania szkła zapewniają doskonałą optykę i idealną płaskość.

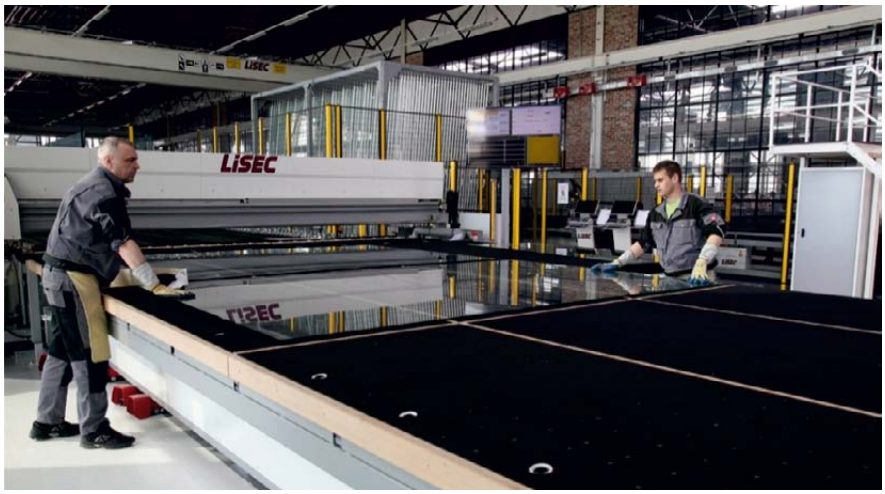
Mekanika sp. z o.o.
ul. Krakowska 42
38-300 Gorlice

tel. + 48 18 353 06 69
e-mail: biuro@mekanika.pl
www.youtube.com/mekanika

W jaki sposób zaprojektowanie konstrukcji maszyny wpływa na cięcie szkła laminowanego

Cięcie szkła laminowanego wymaga w sumie trzech maszyn, które należy połączyć, aby utworzyć jedną linię produkcyjną. Jednak na proces cięcia wpływa nie tylko jakość samych urządzeń, ale także prawidłowe ustawienie maszyny w poziomie oraz regularna jej konserwacja i kontrola.

Nawet jeśli wszystko zostało prawidłowo ustawione, zamocowane, wyregulowane i skoordynowane tak, aby od samego początku maszyna była ustawiona idealnie w poziomie, jednostka produkcyjna musi być sprawdzana raz po raz. Powód tego jest prosty: grunt, na którym stoi hala produkcyjna, jest zawsze w ruchu (np. w wyniku drgań od transportu samochodowego lub kolejowego). Z biegiem lat ziemia też osiada, co oczywiście wpływa również na pozycję maszyny. Ustawienie poszczególnych elementów maszyny należy zatem sprawdzać i regulować co około sześć miesięcy, ponieważ nawet niewielkie różnice w poziomie mogą prowadzić do naprężeń i nieczystych cięć, a w skrajnych przypadkach nawet do niepożądanych pęknięć. Najlepsze maszyny są mało przydatne, jeśli szkło laminowane nie leży płasko na powierzchni roboczej.



Poziom filcu

LiSEC generalnie używa tafli jumbo o wymiarach 6x3,3 m (arkusz surowego szkła) jako produktu wyjściowego do produkcji różnych wyrobów szklanych. Podczas procesu cięcia ten duży arkusz spoczywa na powierzchniach roboczych trzech maszyn, które z kolei są pokryte specjalnym filcem. Dmuchawa przepycha powietrze przez tę powłokę, dzięki czemu tafla szkła unosi się lekko nad powierzchnią roboczą maszyny podczas cięcia. Ponieważ tak zwany „filc z poduszką powietrzną" z czasem zużywa się i mogą wystąpić różnice poziomów, należy go również stale sprawdzać.

Jeśli szkło nie leży płasko na powierzchni roboczej, na arkusz oddziaływują dodatkowe naprężenia, które mogą prowadzić do problemów podczas cięcia lub łamania tafli, a w skrajnych przypadkach mogą spowodować uszkodzenie produktu końcowego. Tylko wtedy, gdy szkło jest całkowicie wolne od naprężeń na stole, można wykonać czyste cięcia i osiągać optymalne wyniki. Ponadto na różnych poziomach filcu i składników dochodzi do występowania spontanicznych pęknięć lub wzrostu liczby przypadków nieprecyzyjnego łamania tafli szkła.

WSKAZÓWKA: Sprawdzaj poziom ustawienia całej grupy maszyn co sześć miesięcy, aby upewnić się, że wszystkie elementy/komponenty są zawsze optymalnie do siebie dopasowane i wypoziomowane. Dotyczy to również filcu z poduszką powietrzną, który należy wymienić w przypadku dużego zużycia. W dziedzinie maszyn do cięcia szkła laminowanego LiSEC polega na nowo opracowanym, bardzo wytrzymałym filcu, który można z powodzeniem stosować przez kilka lat.

Synchronizacja głowic tnących i ustawienia elementu nagrzewającego folię laminującą

Szczególnie przy cięciu pakietu szkła laminowanego (szkło-folia-szkło) bardzo ważne jest ustawienie głowic tnących i kół tnących, ponieważ pakiet ten należy ciąć jednocześnie od dołu i od góry. Aby uzyskać precyzyjną krawędź ciecia, absolutnie konieczne jest, aby głowice tnące, w tym koła tnące, były umieszczone dokładnie nad sobą na szybie, w jednej płaszczyźnie, tzn. aby nie były przesunięte względem tej

WSKAZÓWKA: Sprawdź raz w czasie zmiany głowice tnące i koła tnące, a także odległość między elementem podgrzewającym folię a dolną krawędzią szkła.

płaszczyzny, ponieważ takie przesunięcie występujące podczas cięcia może prowadzić do trudności przy przecinaniu folii i podczas łamania tafli szklanej.

W celu przecięcia folii laminującej, będącej składnikiem szkła laminowanego należy ją podgrzać od dołu. Osiąga się to za pomocą specjalnych grzejników (promienników podczerwieni), które koncentrują efekt grzewczy na pewnym niewielkim obszarze, stosując złotą powłokę jako reflektor (odbija i skupia energię cieplną). Dlatego odległość między elementem podgrzewającym folię, a dolną (spodnią) powierzchnią szkła jest niezwykle ważna.

Przy odległości ok. 1 mm element podgrzewający folię działa najskuteczniej, ponieważ ogrzewa folię, a nie szkło. Zapewnia to nie tylko czyste i dokładne cięcie folii, ale także oszczędza dużo energii, a jednocześnie znacznie zwiększa wydajność systemu cięcia szkła laminowanego.

Nieumiejętne czyszczenie urządzenia może uszkodzić złotą powłokę grzejnika, co z kolei zmniejsza jego współczynnik odbicia. W takim przypadku należy wymienić cały promiennik podczerwieni. Od 2018 roku LiSEC stosuje grzejniki SIR – selektywne promienniki podczerwieni o długości 900 mm. W zależności od potrzebnej długości cięcia, w jednym rzędzie można zestawić do siedmiu modułów grzewczych.

W takim systemie tylko pojedynczy moduł z zniszczoną złotą powłoką jest wymieniany, a nie element grzejny na całej długości, jak ma to miejsce w przypadku konwencjonalnych rozwiązań jednoczęściowych. LiSEC oferuje również ten grzejnik SIR – selektywny promiennik podczerwieni – do modernizacji starszych maszyn.

Poziom przyssawek, gdy szkło laminowane jest podnoszone

W trakcie procesu cięcia szkło laminowane mocowane jest przy pomocy przyssawek umieszczonych po lewej i prawej stronie wzdłuż całej linii cięcia. Szczególnie ważne jest, aby upewnić się, że wszystkie przyssawki są ustawione na tym samym poziomie i że próżnia lub siła ssąca (wskaźnik próżni) są w 100% identyczne, aby nie doszło do dodatkowych naprężeń w szkle.

Ponieważ w czasie przechowywania szkła stosuje się również środek antyadhezyjny Lucite, aby zapobiec sklejaniu się arkuszy, należy również regularnie sprawdzać „wielkość" próżni – przynajmniej raz w tygodniu. Procesy zasysania mogą oczywiście również powodować, że preparat Lucite wchodzi do zaworów przyssawek, a następnie zatyka je, co powoduje nierównowagę w mocy ssania.

WSKAZÓWKA: Dzięki urządzeniu sterującemu przyssawkami LiSEC zawsze masz pod kontrolą „jakość" próżni swojego systemu. Urządzenie jest dostępne jako część zamienna. W przypadku maszyn wyprodukowanych przed 2012 rokiem LiSEC oferuje również bardzo elastyczny zestaw do regulacji (modyfikacji) poziomu każdej przyssawki próżniowej.

Wnioski: w jaki sposób konstrukcja maszyny wpływa na cięcie szkła

Aby osiągnąć niezmiennie doskonałe wyniki podczas obróbki szkła laminowanego jako materiału, absolutnie niezbędne jest ciągłe monitorowanie całego procesu cięcia oraz ciągłe dostosowywanie i koordynowanie poszczególnych elementów.

Optymalna koordynacja poszczególnych maszyn jest tak samo ważna jak płaska powierzchnia robocza i prawidłowe ustawienie głowic tnących i kół tnących. Ale również odległość urządzenia podgrzewającego folię od spodu szkła i równomierny poziom próżni odgrywają decydującą rolę, jeśli chodzi o osiągnięcie najlepszych rezultatów końcowych. ■

AUTOR

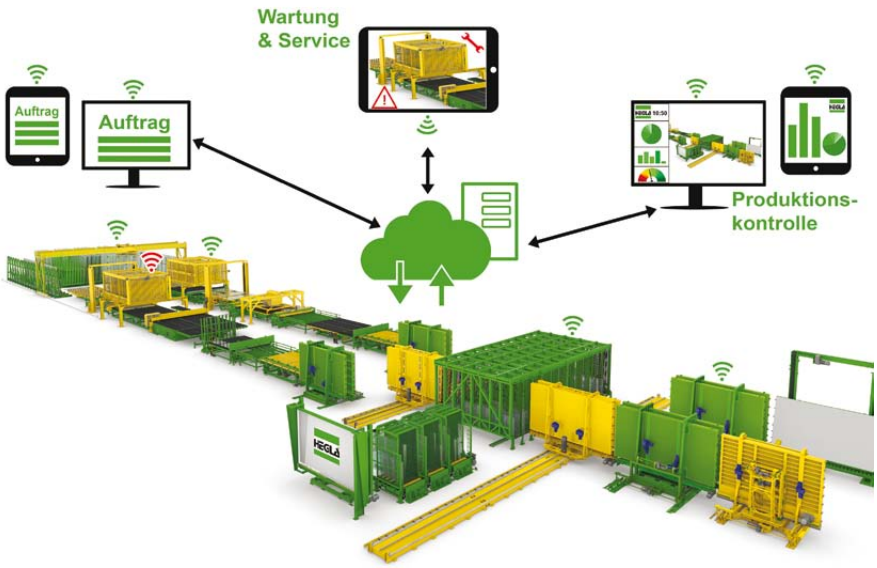
Claudia Guschlbauer
LiSEC

Cyfryzacja i automatyzacja w maszynach szklarskich

Ogólnie rzecz biorąc, jeśli chodzi o postęp technologiczny w maszynach dla przemysłu szklarskiego, często mówi się o sztucznej inteligencji (*Artificial Intelligence* – AI) i przemysłowym Internecie rzeczy (*Industrial Internet of Things* – IIoT). W nowoczesnej produkcji szkła istnieje również wiele odpowiednich rozwiązań, które przekroczyły etap badań. Istnieją jednak również inne aspekty w tym względzie, na które chcielibyśmy rzucić nieco światła w tym artykule.

W ostatnich latach dokonano ogromnego postępu w dziedzinie inżynierii. Maszyny mają coraz wyższą wydajność, działają bardziej precyzyjnie i z reguły zużywają znacznie mniej energii niż kilka lat temu. Ten ostatni parametr staje się coraz ważniejszy, szczególnie w kontekście zrównoważonego rozwoju.

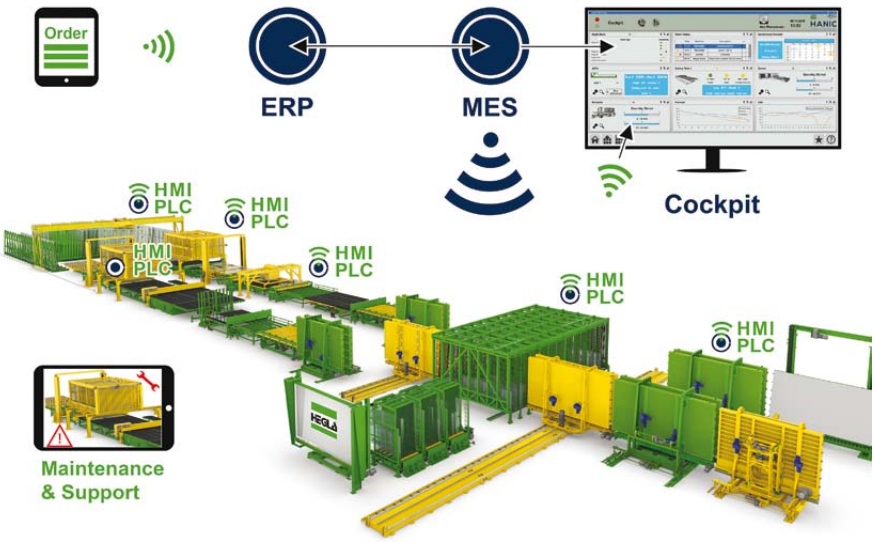
Z biegiem czasu nowe technologie są wprowadzane na rynek, podczas gdy inne rozwiązania techniczne stają się przestarzałe i znikają z rynku. Jednym z przykładów tego trendu jest zdecydowanie technologia laserowa, która jeszcze kilka lat temu była uważana za egzotyczną i zbyt kosztowną, szczególnie w przypadku obróbki szkła. Jednak maszyny stały się coraz tańsze i bardziej wydajne, dlatego dziś można je ekonomicznie wykorzystać do wiercenia i wykonywania wycięć do mocowania okuć lub do cięcia szyb wystawowych z bardzo dużą dokładnością wymiarów. Nawet laserowe wykończenie powierzchni staje się coraz bardziej opłacalne, oferując teraz więcej możliwości niż na przykład piaskowanie.



Wszystkie etapy procesów produkcyjnych łączą się w „mózgu" rozwiązania Przemysł 4.0 (fot. HEGLA GmbH & Co. KG)

Całościowa digitalizacja

Podczas gdy od lat automatyzacja była na pierwszym planie, teraz skupiono się na innych obszarach procesów produkcyjnych dzięki coraz to nowszym możliwościom digitalizacji. W rezultacie produkcja zostaje przekształcona w całościowy, kompleksowy proces, mający na celu dalszą optymalizację przejść i interakcji między maszynami i operatorami maszyn, czasów cyklu produkcyjnego i przepływu materiałów.

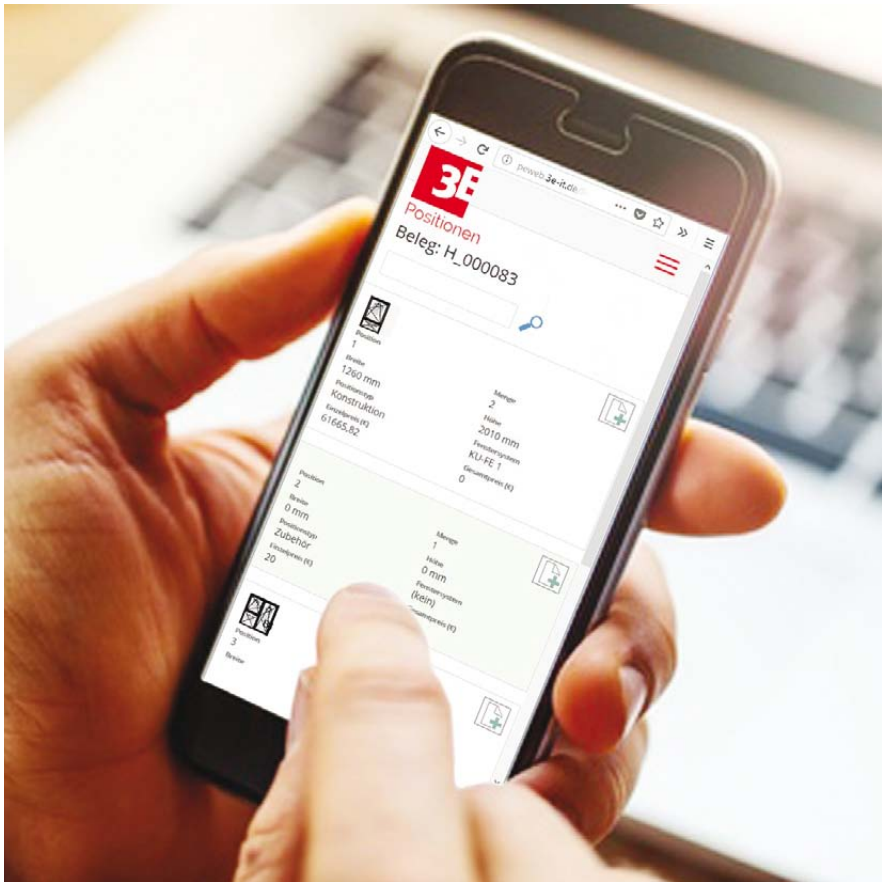


Przekształcenie produkcji w całościowy proces uprości i usprawni interfejsy między maszynami, a także ich komunikację z ludźmi (fot. HEGLA GmbH & Co. KG)

— *Aby móc w pełni wykorzystać cały potencjał systemów, rosnący stopień automatyzacji oznacza, że należy zidentyfikować zadania i zależności wewnętrznego transportu szkła na linii produkcyjnej. Termin „logistyka w hali produkcyjnej" trafnie opisuje ten proces zmian zachodzący w klasycznych etapach produkcji, ponieważ przy nowoczesnym sprzęcie wydajność maszyn często nie ma już decydującego wpływu na wydajność produkcji. Natomiast główną kwestią staje się to, jak szybko i dokładnie szkło jest dostępne na poszczególnych stanowiskach przetwórczych* — wyjaśnia **Bernhard Hötger**, dyrektor generalny grupy HEGLA. — *Duża ilość i różnorodność tafli szkła oraz duża presja czasu wymagają płynnego, precyzyjnego i przejrzystego przepływu materiału w celu ograniczenia lub uniknięcia przestojów spowodowanych ręcznym przenoszeniem lub opóźnieniem dostawy arkuszy szkła.*

Nowe wyzwania dla przedsiębiorstw

Jednak pomimo wielu optymalizacji i wysokiego stopnia automatyzacji firmy docierają już do granic swoich możliwości. Jednym z powodów jest obecnie sytuacja na rynku pracy, ponieważ w wielu firmach



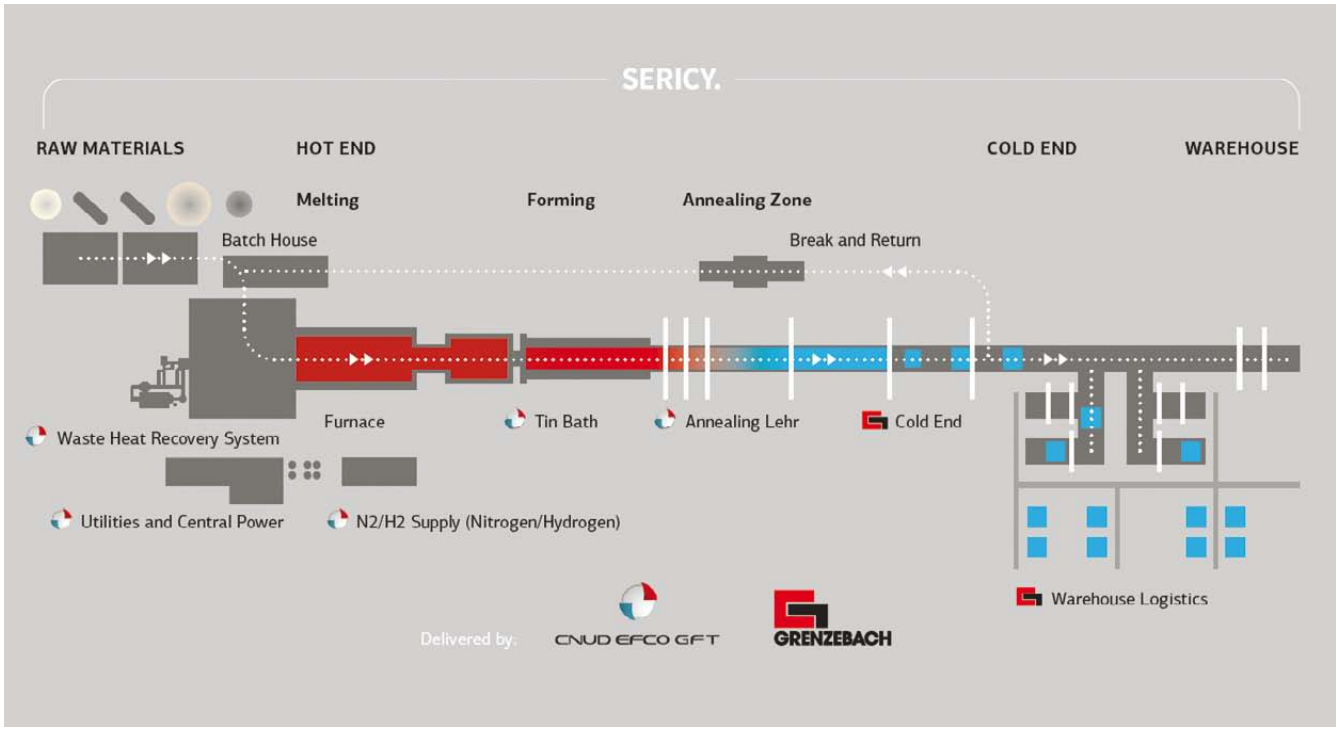
Przekształcenie produkcji w całościowy proces uprości i usprawni interfejsy między maszynami, a także ich komunikację z ludźmi (fot. HEGLA GmbH & Co. KG)

brakuje wykwalifikowanych pracowników. Mimo że możliwości maszyn i urządzeń w firmach są często teoretycznie wystarczające do przetworzenia zamówień klientów, to rosnący niedobór wykwalifikowanych pracowników w połączeniu z często wysokimi wymaganiami dotyczącymi koordynacji wewnątrz zakładu oraz rosnącą presją na szybkie terminy i niskie koszty prowadzą do powstawania „wąskich gardeł" w wielu firmach.

Digitalizacja, która docelowo obejmie całą firmę, może tutaj pomóc. W produkcji nowoczesne oprogramowanie jest w stanie, w zależności od koncepcji sterowania i głębokości integracji, nie tylko mapować etapy produkcji, ale także cyfrowo „namierzać" poszczególne szyby i optymalizować ich przepływ przez linię produkcyjną.

Warunkiem tego jest wybranie, zarejestrowania i zebranie wymaganych kluczowych danych i parametrów wyjściowych, a tym samym uczynienie ich użytecznymi. Ponadto pracownicy obsługujący maszyny muszą być konsekwentnie wspierani w ich pracy. Odbywa się to poprzez zapewnienie wsparcia w procesach roboczych, dostarczanie danych dotyczących zamówień, instrukcji dotyczące sterowania i informacji o stanie sprzętu lub generalnie przez jeszcze bardziej przyjazny dla obsługujących maszyny i intuicyjny system sterowania.

Wraz ze wzrostem stopnia digitalizacji i tworzenia nowych połączeń pojawią się dodatkowe możliwości cyfrowego wsparcia i kontroli procesów. Operatorzy maszyn będą w coraz mniejszym stopniu zależni od lokalnego dostępu do danych na maszynie

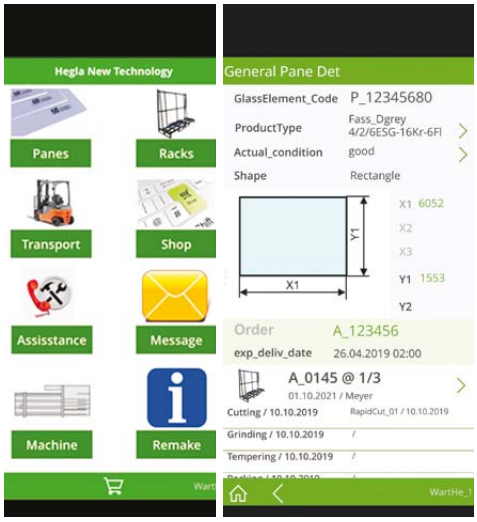


Cyfrowa produkcja szkła pozwala pracownikom przez cały czas działać z zachowaniem pewności i przewidywalności oraz wprowadzać nowe technologie i produkty do całego systemu (fot. Grenzebach Maschinenbau GmbH)

REKLAMA
Profesjonalne masy uszczelniające
PROVENTUSS®
Inspired since 15 years
Proventuss Polska Sp. z o.o., ul. Flisa 4, 02-247 Warszawa
tel. +48 22 122 85 40, fax +48 22 122 85 44, e-mail: biuro@proventuss.eu, www.proventuss.eu

W nowoczesnej fabryce pracownicy mogą wykonywać swoje zadania z niemal dowolnego miejsca: oprócz stacjonarnych paneli sterowania aplikacje do kierowania maszynami szklarskimi są dostępne na urządzeniach mobilnych (fot. Grenzebach Maschinenbau GmbH)

W produkcji cyfrowej dostawy są w pełni zautomatyzowane i, oczywiście, możliwe jest całkowite prześledzenie ścieżki pojedynczej tafli szkła (fot. Grenzebach Maschinenbau GmbH)



W przyszłości operatorzy nie będą już zależeć od lokalnego dostępu do danych za pośrednictwem konsoli operatora (panelu sterowania), ale będą mogli również korzystać z aplikacji pozwalającej kontrolować etapy w całym procesie produkcyjnym (fot. HEGLA GmbH & Co. KG)

lub panelu sterowania, a będą mogli korzystać z aplikacji w celu uruchomienia nowego zamówienia np. na uszkodzony arkusz szklany, znalezienia miejsca do przechowywania szklanej tafli na stojaku lub do wykorzystania w późniejszym procesie obróbki oraz do uzyskiwania informacji o potrzebie konserwacji maszyny, zgłaszania usterek lub zmiany kolejności dostawy materiałów eksploatacyjnych.

W nowoczesnej produkcji ludzie i maszyny dosłownie pracują „ramię w ramię". System ustala tempo cyklu i wsparcie ludzi. Wreszcie, maszyny i roboty analizują procesy i stale je optymalizują i ulepszają niezależnie od obsługi.

— *Obejmuje to, oczywiście, cały łańcuch wartości i wszystkie etapy produkcji, od lokalizacji partii przeznaczonej do włożenia do pieca do hartowania, aż do magazynu i dalszego przetwarzania. Krótko mówiąc: ciągła digitalizacja wszystkich procesów przyspiesza te procesy, czyni je przejrzystymi i zapewnia, że wszystkie wymagane informacje są w każdej chwili dostępne* — podkreśla **Egbert Wenninger**, wiceprezes ds. Szkła w Grenzebach.

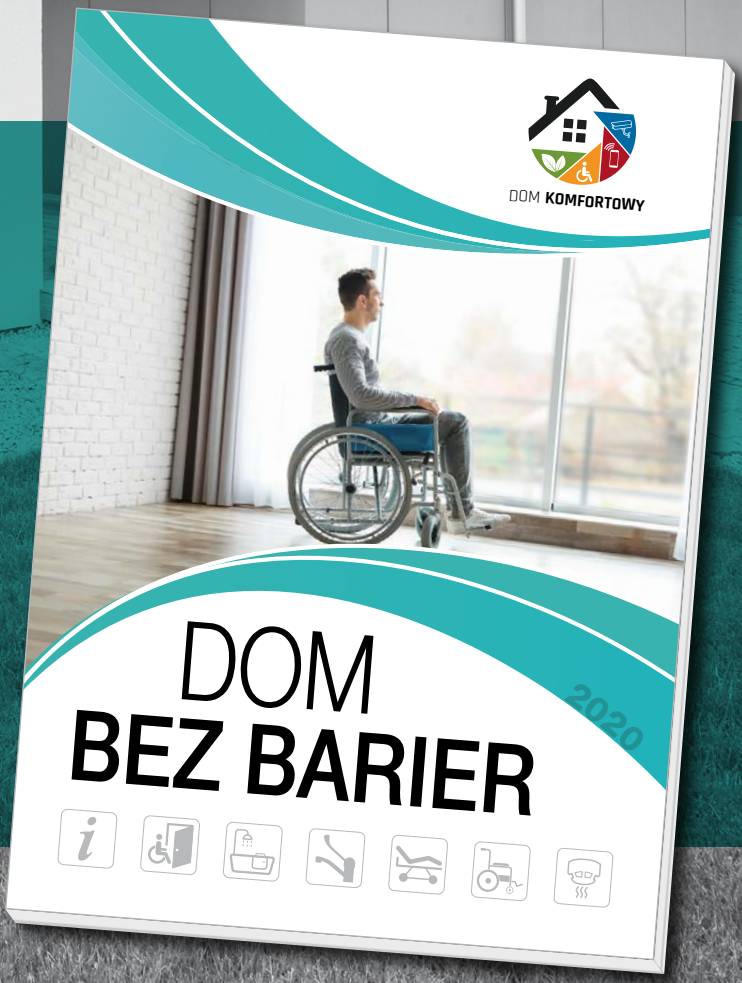
Oczywiście, digitalizacja nie kończy się na terenie firmy. Terenowy zespół serwisowy w zdigitalizowanych firmach ma również dostęp do wszystkich potrzebnych danych w oparciu o aplikacje: podczas rozmów z klientami lub w czasie pracy, np. montażu na budowie.

Wiele większych firm już skorzystało z „trendu digitalizacji". Ale wiele małych i średnich firm patrzy na tę kwestię krytycznie. Prawdopodobnie obawiają się kosztów związanych z taką inwestycją. Ale podobnie, jak w codziennym życiu ludzi, w którym cyfryzacja jest niemożliwa do powstrzymania, digitalizacja procesów produkcyjnych ma również zasadnicze znaczenie dla konkurencyjności i przyszłej rentowności producentów szkła. ■

PIONIERSKIE WYDANIE
NA POLSKIM RYNKU

Katalog produktów i rozwiązań przeznaczonych dla osób starszych i niepełnosprawnych

Zainteresuje z pewnością też ich opiekunów oraz wszystkich, którzy zajmują się projektowaniem i adaptacjami mieszkań na potrzeby osób starszych i niepełnosprawnych (architektów i projektantów branżowych)



Opracowany przez redakcję miesięcznika Świat Szkła w ramach Kampanii Dom Komfortowy

ŚWIAT szkła

DOM KOMFORTOWY

MARKETING
Justyna Górnowicz
j.gornowicz@swiat-szkla.pl
tel.: 602 786 268

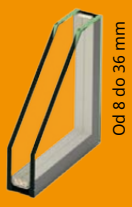
REDAKCJA
Krzysztof Zieliński
k.zielinski@swiat-szkla.pl
tel.: 605 890 789

Wojciech Kołodziejski
w.kolodziejski@swiat-szkla.pl
tel.: 22 53 53 062

20 YEARS SWISSPACER

Trzymaj zimno na dystans.

Ciepłe ramki od lidera innowacji wyznaczające standardy w zakresie efektywności energetycznej, komfortu i stabilności. Z SWISSPACER Państwa okna staną się naprawdę energooszczędne. Więcej o naszych produktach i programie obliczeniowym Caluwin na naszej stronie **swisspacer.com**



SWISSPACER

The edge of tomorrow.