



Aktualizacja do normy DIN 18008 (Maj 2020)

Bezpieczny montaż ESG również na dużych wysokościach

Niniejsza informacja SANCO dotyczy przepisów normy DIN 18008 dotyczących stosowania szkła hartowanego ESG wygrzewanego termicznie (HST) w przeszkle- niach pionowych, których górna krawędź znajduje się powyżej 4 m nad strefami ruchu pieszego.

Właściwości szkła ESG

Bezpieczne szkło hartowane (ESG) jest zalecane do szerokiego zakresu zastosowań ze względu na szereg swoich pozytywnych właściwości. Dzięki obróbce termicznej w procesie hartowania szkło hartowane ESG jest znacznie bardziej wytrzymałe mechanicznie oraz bardziej odporne termicznie niż zwykłe szkło niehartowane. W przypadku pęknięcia szyby ESG istnieje tylko niewielkie ryzyko obrażeń z powodu typowego dla tego produktu sposobu w jaki ulega zniszczeniu, gdyż pękając rozpada się na wiele małych okruchów szkła o tępych krawędziach. Szkło hartowane ESG jest rodzajem szkła, które pęka w sposób bezpieczny, dlatego zalicza się go do rodzaju szkła bezpiecznego. Jednak ze względu na szczególnie sposób w jakim ESG ulega zniszczeniu, powstająca siatka pęknięć nie przedstawia sobą tak zwanej wytrzymałości resztkowej po zniszczeniu. Hartowane szkło ESG pęka zawsze na całej swojej powierzchni i zwykle zapada się w sobie nie trzymając się konstrukcji.



Szyba hartowana ESG po pęknięciu

i Szkło hartowane ESG wygrzewane termicznie zgodnie z PN EN 14179 oraz ESG-H zgodne z Listą Reguł Budowlanych: Ze względu na przełomowe orzeczenie Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości Niemcy musiały wycofać tzw. Listę Reguł Budowlanych dla tych wyrobów budowlanych, które podlegają europejskim normom zharmonizowanym. W rezultacie krajowe przepisy dotyczące wygrzewanego termicznie szkła hartowanego ESG zgodnych z Listą Reguł Budowlanych, oznaczanych jako ESG-H, nie mają już zastosowania. Najważniejsze różnice pomiędzy starym, nieistniejącym już produktem ESG-H zgodnym z Listą Reguł Budowlanych a wygrzewanym termicznie szkłem hartowanym ESG zgodnie z europejską normą produktową DIN EN 14179 dotyczy parametrów procesu wygrzewania oraz przeprowadzania nadzoru zewnętrznego i kontroli jakości. W przypadku wygrzewanego termicznie szkła hartowanego ESG według normy DIN EN 14179 wymagany jest system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobu zgodnie z poziomem 3, tj. na własną odpowiedzialność producenta. W procesie oceny może być na zasadzie dobrowolności zaangażowany przez producenta niezależny zewnętrzny ośrodek badawczy, ale – inaczej niż to było wcześniej w przypadku ESG-H – zgodnie z normą DIN EN 14179 nadzór zewnętrzny nie jest absolutnie konieczny do nadzoru produkcji wygrzewanego termicznie szkła hartowanego ESG.

„Spontaniczne” pęknięcie ESG

Podczas produkcji szkła float lub szkła ornamentowego, które później mogą być poddane procesowi hartowania, może dobrać do zanieczyszczenia jego struktury niewielkimi, praktycznie niewidocznymi, cząsteczkami siarczku niklu (NiS, o średnicy poniżej 0,2 mm). Wtrącenia te są nieuniknione, niemniej nie mają negatywnego wpływu na szkło typu float czy szkło ornamentowe. Jeśli jednak szyba z wtrąceniem siarczku niklu zostanie poddana procesowi hartowania, to ta wada później, już po zamontowaniu szyby ESG w gotowym oknie lub fasadzie, może doprowadzić w wyniku przemiany i zwiększeniu objętości NiS do „spontanicznego” pęknięcia: hartowana szyba ESG pęka jak za dotknięciem czarodziejskiej różdżki, bez żadnego wpływu z zewnątrz. Może się to zdarzyć nawet do 30 lat po jej wytworzeniu.

Chociaż tego typu spontaniczne pęknięcia zdarzają się bardzo rzadko, niemniej w zależności od umiejscowienia samej szyby ESG powstaje ryzyko, którego nie powinno się lekceważyć. Nawet jeśli po spontanicznym pęknięciu szyba ESG rozpada się na małe tępe kawałki, to jej upadek z dużej wysokości na obszar, po którym poruszają się ludzie, może stać się zagrożeniem dla zdrowia a nawet życia.

Z tego powodu szyby hartowane ESG, których późniejsze zastosowanie nie może zaakceptować ryzyka powstania samostannego pęknięcia, poddawane są specjalnemu, dodatkowemu procesowi wygrzewania. Tafle szkła hartowanego w kontrolowanym procesie są umieszczane wewnątrz specjalnego pieca, gdzie przechowuje się je przez zadany czas i w określonej temperaturze. Jeśli w badanej szybie znajduje się wtrącenie siarczku niklu NiS to pod wpływem ciepła rozszerza się ono powodując jej pęknięcie. Szyby, które przechodzą ten test w stanie nienaruszonym, mają zatem w ogromnym stopniu zmniejszone prawdopodobieństwo powstania pęknięcia. Wszystkie inne właściwości szyby hartowanej ESG nie ulegają zmianie podczas trwania procesu wygrzewania w piecu.



Wymiarowanie szkła w Niemczech zgodnie z DIN 18008

W Niemczech wymiarowanie szkła dla projektów budowlanych, tj. dobór odpowiedniego rodzaju szkła oraz określenie jego wymaganej grubości, jest opisane w serii norm DIN 18008. W przypadku pionowych przeszkleń montowanych w konstrukcji profilu wzdłuż wszystkich krawędzi od poziomu podłogi, w których górna krawędź znajdowała się ponad cztery metry nad strefą ruchu pieszego, należało do tej pory zgodnie z DIN 18008-2, rozdział 6 przestrzegać dwóch dodatkowych przepisów: pojedyncze przeszkleń ze szkła monolitycznego pękającego na duże kawałki oraz szkło laminowane musiały być wsparte wzdłuż wszystkich krawędzi (DIN 18008-2:2010-12, 6.1), natomiast przeszkleń z monolitycznego szkła ESG, w tym także ESG w szybie zespolonej, musiało zostać zaprojektowane jako ESG-H zgodnie z Listą Reguł Budowlanych (DIN 18008-2:2010-12, 6.2). [1]

W nowej wersji normy DIN 18008-2 z maja 2020 r., w rozdziale 4.3, wytyczne dotyczące montażu pionowych przeszkleń z górną krawędzią powyżej 4 m zostały zaostrzone i określone w następujący sposób [2]:

- Szyby pojedyncze wykonane ze szkła pękającego na duże kawałki (jak float, TVG, szkło ciągnięte, szkło ornamentowe) oraz szkło laminowane (VG), w których górna krawędź znajdzie się powyżej 4 m nad strefą ruchu, można zastosować tylko wtedy, gdy zostaną one podparte liniowo po wszystkich krawędziach. Tego typu szyby monolityczne w szybie zespolonej są uważane za podparte liniowo na całej długości krawędzi dzięki uszczelnieniu.
- Ze względu na prawdopodobieństwo zniszczenia szyby w wyniku inkluzji siarczku niklu (spontaniczne pęknięcia), pojedyncze szyby monolityczne lub zewnętrzne szyby monolityczne w szybach zespolonych mogą być wykonane ze szkła hartowanego ESG lub hartowanego ESG wygrzewanego termicznie, tylko jeśli ich górna krawędź będzie się znajdowała nie wyżej niż 4 m nad strefami ruchu pieszego.
- Odchodząc od tej zasady, wygrzewane termicznie szkło hartowane ESG można zastosować jako pojedyncze szkło monolityczne lub jako zewnętrzną szybę w szybie zespolonej bez ograniczeń dotyczących wysokości montażu tylko wtedy, gdy prawdopodobieństwo uszkodzenia z powodu spontanicznego pęknięcia jest odpowiednio zredukowane za pomocą takich środków, dzięki którym cała konstrukcja z przeszkleciem zostaje uznana za odpowiednio zabezpieczoną. Odpowiednio zabezpieczona oznacza, osiągnięcie minimalnej wartości wskaźnika niezawodności $\beta = 4,7$ (okres odniesienia 1 rok) względnie $\beta = 3,8$ (okres odniesienia 50 lat) zgodnie z normą DIN EN 1990:2010-12. Działania opisane przykładowo w załączniku C są odpowiednie, jeśli zgodnie z aktualnym stanem techniki, zapewniają wymagane zmniejszenie prawdopodobieństwa uszkodzenia z powodu wtrąceń siarczku niklu.

Szkło hartowane ESG wygrzewane termicznie zgodnie z normą DIN EN 14179 [3] nie jest uważane za wystarczająco bezpieczne do montażu na dużych wysokościach ze względu na zmniejszone, ale jednak wciąż istniejące ryzyko samoistnego pęknięcia. Szkło hartowane ESG wygrzewane termicznie może być dopuszczone do zastosowania także powyżej wysokości 4 m tylko wtedy, gdy prawdopodobieństwo uszkodzenia zostanie zredukowane za pomocą „odpowiednich środków” w celu zapewnienia określonego poziomu bezpieczeństwa. Załącznik C do normy DIN 18008-2:2020-05 wskazuje na normę DIN EN 1990:2020-12 [4]. Norma ta określa zasady i wymagania dotyczące użyteczności, zabezpieczenia nośności konstrukcji oraz jej trwałości. Jeśli chodzi o wymaganie dotyczące niezawodności, norma stwierdza, że wymagany poziom można osiągnąć np. poprzez odpowiednie przepisy dotyczące zarządzania jakością oraz zapewnienie określonego poziomu nadzoru.

Norma DIN 18008-2, załącznik C definiuje to wymaganie. Brzmi on następująco:

„W przypadku zastosowania monolitycznego hartowanego szkła sodowo-wapniowo-krzemianowego wygrzewanego termicznie zgodnie z normą DIN EN 14179-1 oraz -2 montowanego na wysokości powyżej 4 m, należy zapewnić klasy niezawodności konstrukcji RC2; w tym celu należy potwierdzić dla procesu wygrzewania termicznego zastosowanie procedury zgodnej z normą DIN EN 1990/NA:2010-12, tabela NA.B.2, wiersz „IL2 w połączeniu z RC2.” [DIN 18008-2:2020-05, załącznik C]



W wymienionym załączniku krajowym DIN EN 1990/NA:2010-12 [5] do tej normy wiersz dotyczący poziomu nadzoru „IL2 w połączeniu z RC2” zawiera spostrzeżenie „zwiększona kontrola” z następującym wymaganiem:

„Nadzorowanie i kontrola produkcji przez niezależną stronę trzecią, przez wyspecjalizowanego inżyniera lub biegłego rzeczoznawcę w dziedzinie techniki budowlanej (nadzór zewnętrzny).” [DIN EN 1990/NA, tabela NA.B.2.]

Tego typu nadzór zewnętrzny jest realizowany na przykład w przypadku wygrzewanego termicznie ESG w systemie RAL-GZ 525 „ESG-HF” poprzez testowanie zgodne ze znakiem jakości RAL oraz przepisami kontroli ESG-HF. [6]

Słowniczek

Szkoło pękające w sposób bezpieczny	W przypadku pęknięcia odłamki szkła trzymają się razem i nie rozpadają się (laminowane szkło bezpieczne = VSG) lub rozpadają się na dużą liczbę małych kawałków o tępych krawędziach (szkło hartowane monolityczne = ESG).
Szkoło pękające na duże kawałki (rodzaj szkła nie pękającego w sposób bezpieczny)	Szkoło float, szkło półhartowane (TVG), szkło ornamentowe, szkło zbrojone drutem.
ESG	Szkoło hartowane monolityczne według normy PN EN 12150: Szkoło płaskie, które w wyniku obróbki cieplnej uzyskuje charakterystyczne stany naprężeń. Dzięki temu szyba staje się bardziej wytrzymała mechanicznie i termicznie. Jeśli pęknie, rozpadnie się na małe okruchy szkła o tępych krawędziach przez co zmniejsza się ryzyko zranienia.
ESG wygrzewane termicznie	Jak ESG, ale dodatkowo poddane procesowi wygrzewania zgodnie z normą PN EN 14179: szyby ESG, które po wyprodukowaniu poddawane są kontrolowanemu procesowi wygrzewania termicznego, w wyniku którego następuje ujawnienie taffli szklanych z wtrąceniami siarczku niklu i w konsekwencji ich pęknięcie (zniszczenie). Dzięki temu wygrzewane termicznie szkło hartowane posiada do minimum zredukowane ryzyko samoistnego pęknięcia.
ESG-H	Oznaczenie szyb hartowanych ESG, które zostały poddane kontrolowanemu przez niezależny zewnętrzny ośrodek badawczy procesowi wygrzewania termicznego zgodnie ze starą Listą Reguł Budowlanych A: Lista Reguł Budowlanych została zniesiona na podstawie orzeczenia Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości, dlatego produkt ESG-H nie jest już traktowany jako wyrób budowlany regulowany prawnie.
ESG-HF	Wygrzewane termicznie ESG zgodnie z normą DIN EN 14179 ze znakiem jakości RAL: czyli wygrzewane termicznie ESG, którego proces wygrzewania jest monitorowany i kontrolowany przez niezależny ośrodek zgodnie z przepisami dotyczącymi jakości i badań RAL-GZ 525 Niemieckiego Związku Szkła Płaskiego (niem. Gütegemeinschaft Flachglas e.V.)
Spontaniczne pęknięcia ESG	Nieuniknione zanieczyszczenie masy szklanej wtrąceniami siarczku niklu podczas produkcji szkła płaskiego może prowadzić do nagłego (spontanicznego) pęknięcia szyby hartowanej ESG tj. bez wpływu czynników zewnętrznych tylko na skutek działania własnych naprężeń wewnętrznych.
Przeszklenie pionowe	Zgodnie z normą DIN 18008-1 przeszklenie o nachyleniu od 0 do maksymalnie 10° w stosunku do pionu.
Wytrzymałość	Właściwość mechaniczna elementu budowlanego (np. szkła) w odniesieniu do różnych rodzajów możliwych uszkodzeń.
Wytrzymałość resztkowa	Zdolność konstrukcji ze szkła do zachowania stabilności / wytrzymałości, przez wystarczający okres czasu w przypadku określonego stanu zniszczenia pod wpływem zdefiniowanych obciążeń zewnętrznych (obciążenie, temperatura itp.).
Następstwa uszkodzeń	Szkoda wynika z prawdopodobieństwa jej wystąpienia w stosunku do potencjalnego oddziaływania jej skutków. Ryzyko to można matematycznie i obiektywnie opisywać poprzez określenie klas względnie poziomów skutków tych uszkodzeń.
Klasy konsekwencji zniszczenia	Eurokod 0 (PN EN 1990) opisuje tzw. „Klasy konsekwencji zniszczenia” („Consequence Classes”) od CC 1 do CC3. Klasa konsekwencji zniszczenia CC1 ma niewielkie konsekwencje dla życia ludzkiego oraz niewielkie lub znikome skutki ekonomiczne, społeczne lub środowiskowe (np. budynki rolnicze bez odbywającego się regularnego ruchu pieszego). CC2 ma zastosowanie do średnich skutków szkód (np. budynki mieszkalne i biurowe), a CC3 dotyczy poważnych konsekwencji dla życia ludzkiego lub bardzo dużych skutków ekonomicznych, społecznych lub mających szkodliwy wpływ na środowisko (np. trybuny sportowe, sale koncertowe, itp.).
Niezawodność konstrukcji	Niezawodność systemów technicznych, w tym konstrukcji budowlanych, to własność obiektu mówiąca o tym, czy pracuje on poprawnie (spełnia wszystkie powierzone mu funkcje i czynności) przez wymagany czas i w określonych warunkach eksploatacji (w danym zespole czynników wymuszających).
Klasy niezawodności	Aby konstrukcja budowlana mogła spełniać określoną klasę konsekwencji zniszczenia (CC), jest przypisywana do wymaganej klasy niezawodności (RC).
Wskaźnik niezawodności B	Wskaźnik niezawodności B stanowi obiektywną miarę bezpieczeństwa konstrukcji, który służy do określania klas niezawodności (RC = Reliability Class). W klasie RC2 przyjmuje się minimalną wartość wskaźnika niezawodności B wynoszącą 4,7 dla okresu odniesienia 1 rok względnie 3,8 dla okresu odniesienia 50 lat.

Uwaga

W maju 2020 roku części 1 i 2 pojawiły się w wersjach poprawionych z kilkoma istotnymi zmianami. Niemniej wprowadzone zmiany są istotne z punktu widzenia przepisów budowlanych tylko wtedy, gdy najwyższe organy nadzoru budowlanego w Krajach Związkowych (dotyczy Niemiec) odwołują się do najnowszych wersji normy w Technicznych Przepisach Budowlanych (VV-TB).

Dlatego zaleca się zapoznanie się z aktualnym stanem wprowadzenia zmian do nadzoru budowlanego oraz, w razie potrzeby, wyjaśnienie wspólnie z klientem, projektantami i inspektorami nadzoru budowlanego według jakiego standardu ma być realizowany dany projekt budowlany. (stan czerwiec 2020)

Literatura w tym temacie

- [1] DIN 18008-2:2010-12 „Szkło w budownictwie – zasady projektowania i wykonania – Część 2: Systemy szklenia podparte liniowo” (norma wycofana).
- [2] DIN 18008-2:2020-05 „Szkło w budownictwie – zasady projektowania i wykonania – Część 2: Systemy szklenia podparte liniowo”, Wydawnictwo Beuth, Berlin.
- [3] PN-EN 14179-1 i 2 „Szkło w budownictwie – Termicznie wygrzewane hartowane bezpieczne szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe”.
- [4] PN-EN 1990:2004/A1:2008 Eurokod – „Podstawy projektowania konstrukcji”.
- [5] DIN EN 1990/NA:2010-12, załącznik krajowy – „Ustalone parametry krajowe – Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji”, Wydawnictwo Beuth, Berlin.
- [6] RAL-GZ 525:2019-03 „Termicznie wygrzewane hartowane bezpieczne szkło (ESG-HF) – zapewnienie jakości”, Niemiecki Instytut Jakości i Oznaczeń RAL wzgl. Stowarzyszenie Jakości Szkła Płaskiego GGF, Troisdorf.

Przedsiębiorstwa Grupy SANCO są do Państwa dyspozycji!