

## **1. Szyby bezpieczne hartowane emaliowane.**

### **1.1 Możliwości techniczne wykonywania szyb emaliowanych hartowanych**

Kolor emalii : dowolny RAL lub NCS

Szyby hartowane emaliowane to szyby w których jedna z powierzchni co najmniej w 50% pokryte jest szkliwem (emalią).

Emalia ceramiczna stosowana do emaliowania podczas hartowania szyb wtapia się w ich powierzchnię tworząc trwałą powłokę. Farba ceramiczna może być również naniesiona tylko na części szyby wyznaczonej dowolnym wzorem (np. metodą sitodruku) tworząc dekoracyjną szybę przezierną. Dzięki istnieniu całej palety barw emalii oraz różnych rodzajów emalii ceramicznych kryjących i transparentnych np. dających efekt satynowania możliwości dekorowania szyb hartowanych są bardzo szerokie.

Rzeczywisty kolor emalii można określić oglądając wypaloną próbkę na szkło. Odcień użytego szkła wpływa znacznie na ostateczny kolor emalii. Szkło emaliowane, podobnie jak szkło hartowane jest szkłem bezpiecznym. Strona emaliowana musi być zawsze umieszczona po stronie, na którą nie mają wpływu warunki atmosferyczne (pozycja 2 lub dalsze).

W zależności od procesu produkcyjnego i koloru emalii szkło wyróżnia się większą lub mniejszą transmisją światła, a zatem nie jest nieprzezroczyste. Jasne kolory emalii zawsze odznaczają się większą transmisją światła niż kolory ciemne.

Szyby hartowane, półhartowane, emaliowane (jeżeli zamówienie tego nie specyfikuje) są znakowane w sposób trwały zgodnie z normą PN-EN 12150 lub PN-EN 1863 symbolem producenta oraz numerem stosowanej normy .

### **1.2 Wytyczne do wizualnej oceny jakościowej szkła emaliowanego**

#### **1.2.1 Warunki oceny wizualnej szkła emaliowanego**

Niniejsze wytyczne stosuje się do oceny jakościowej szkła pokrytego w całości lub częściowo powłoką emaliowaną, poddanej dalszej obróbce hartowania lub termicznego wzmocnienia (półhart). W celu zapewnienia odpowiedniej jakości i prawidłowej oceny wyrobu końcowego, konieczne jest określenie pomiędzy zamawiającym a producentem pełnego zakresu wymagań jakie będzie spełniał wyrób tzn:

- czy szyba będzie przeznaczona do zastosowań wewnętrznym lub zewnętrznym;
- czy wymagalne jest wykonanie testu HST;
- w jaki sposób będzie szyba oglądana (widzialność z dwóch stron, ścianka działowa);
- czy występuje bezpośrednio podświetlenie szyby;
- jaka jest wymagana jakość obróbki krawędzi szkła (w przypadku krawędzi widocznych po montażu krawędzie muszą być szlifowane lub polerowane);
- czy szyba będzie dalej przetwarzana w szybach zespolonych lub laminowanych (tylko dla kolorów na to pozwalających);
- gdzie znajduje się punkt bazowy dla wyrobów pokrytych sitodrukiem (wzór);

#### **1.2.2 Pełne pokrycie szkła emalią**

Powierzchnia szkła może być pokryta emalią na różne sposoby.

Ocenę jakościową należy zawsze przeprowadzać od strony powierzchni szkła nie pokrytego emalią, gdyż barwa własna szkła (zależna od dostawcy) wpływa na ostateczny kolor emalii. Strona pokryta emalią powinna zawsze być tak zamontowana aby nie była narażona na żadne warunki atmosferyczne (pozycja 2 lub dalsze). Wyjątkiem są tutaj zastosowania wewnętrzne szyb emaliowanych lecz i w tym przypadku musi być to wcześniej uzgodnione z zamawiającym. W zależności od zastosowanego procesu produkcyjnego występują różnice związane z odbiorem jakościowym szkła emaliowanego, które uwzględniają specyfikę zastosowanej technologii.

Poniżej przegląd wybranych technik nanoszenia farb ceramicznych na szkło:

### **2.1 Nanoszenie emalii za pomocą walca**

Technologia ta polega na pokryciu powierzchni szkła farbą ceramiczną za pomocą gumowego walca, który na swoim obwodzie posiada nacięte rowki. W technologii tej mamy możliwość równomiernego nałożenia farby ceramicznej (głównie jednego koloru) na powierzchnię szkła (warunkiem jest całkowicie płaska powierzchnia szkła). Wynikiem takiego procesu jest występowanie po stronie naniesionej farby delikatnej struktury rowkowej (odbicie wałka gumowego). W warunkach normalnego oświetlenia „rowki” farby widoczne są wyłącznie od strony farby natomiast od strony szkła są praktycznie niezauważalne. Należy jednak pamiętać, że na szklach pokrytych farbami jasnymi widoczne są od strony farby elementy związane z dalszym zastosowaniem szkła emaliowanego np.: uszczelnienia, kleje montażowe, izolacja, elementy mocujące. Szkło pokryte emalią za pomocą walca nie nadaje się użycia tam gdzie występuje światło przechodzące gdyż pojawia się efekt „rozgwieżdżonego nieba”. Pozostałością procesu jest delikatne pokrycie wszystkich krawędzi szkła emalią. Dotyczy to w szczególności krawędzi, które w procesie technologicznym przesuwają się równolegle do krawędzi walca.

### **2.2 Oblewanie farbą**

Proces ten polega na pokryciu farbą ceramiczną tafli szkła położonej poziomo, która przesuwa się w poprzek tzw. „kotary leżącej”. Regulację grubości nakładanej powłoki ceramicznej dokonuje się poprzez regulację prędkości przesuwaną pod „kotarą” tafli szkła. Pozwala to na stosunkowo duży zakres wykonania grubości nakładanej powłoki emaliowanej. Jednak ze względu na nierówną grubość wypływającej z urządzenia warstwy nakładanej emalii mogą pojawić się na powierzchni szkła różne grubości jej nałożenia. W przypadku zastosowań w elementach przeziernych ważne jest jak w przypadku emalii nakładanych walcem poinformowanie zamawiającego o zastosowaniu takiej metody emaliowania. W wyniku tego procesu występują większe pozostałości nakładanej emalii na krawędziach aniżeli w metodzie nakładania walcem. Ważne jest więc aby w przypadku krawędzi polerowanych lub szlifowanych przed procesem hartowania dokładnie wykonać ich czyszczenie.

### **2.3 Sitodruk**

Proces technologiczny w tej metodzie polega na nałożeniu warstwy emalii na poziomym stole maszyny drukarskiej, za pomocą rakla. Farba po przejściu przez sito tworzy bardzo cienką warstwę. Grubość naniesionej warstwy farby ceramicznej jest generalnie najcieńsza w porównaniu z metodą walca lub oblewania i w zależności od użytej farby może być warstwą przezroczystą lub nieprzezroczystą. Stosowanie tej metody powoduje, że od strony powierzchni emaliowanej widoczne są elementy związane z dalszym zastosowaniem szkła emaliowanego np.: uszczelnienia, kleje montażowe, izolacja, elementy montażowe. Typowym wynikiem dla tego procesu są występujące w gotowym wyrobie delikatne smugi na powierzchni farby wzdłużne oraz poprzeczne a także występujące sporadycznie delikatne cienkie linie spowodowane liniowym nanoszeniem farby na powierzchnię szkła. Krawędzie szkła w metodzie sitodruku pozostają zazwyczaj czyste ale mogą czasami na obrzeżach powierzchni występować niedomalowania (lokalne braki farby). Wskazane jest więc aby przed procesem produkcji określić jakie będzie zastosowanie szyb emaliowanych oraz jaki będzie sposób ich montażu.

### 3.1 Ocena jakości szkła emaliowanego

Jakość wykonania emalii na szkłe ocenia się z odległości minimum 3m patrząc prostopadle na powierzchnię emaliowaną lub max pod kątem 30 ° w warunkach normalnego oświetlenia dziennego. Powierzchnia oceniana nie może być bezpośrednio poddana działaniu światła słonecznego lub celowo podświetlana światłem przechodzącym. Jakość emalii ocenia się zawsze od strony nieemaliowanej. Jedynie przy szklach, które w zamówieniu określone są jako widoczne z obydwu stron ocenia się jakość obustronnie. Wady, które są dyskusyjne nie powinny być w wcześniej specjalnie zaznaczone. Do oceny jakościowej powierzchni szkła emaliowanego przyjmuje się takie same założenia jak przy ocenie szkła hartowanego lub termicznie wzmocnionego. Przy ocenie wad decydujące znaczenie będzie związane z położeniem wady tzn. czy dotyczy to strefy głównej czy brzegowej.

Strefa brzegowa : jest to pas o szerokości 15 mm wzdłuż obwodu szyby pokrytej emalią mierzony od krawędzi szyby.

Wartości tolerancji dla szyb pokrytych w całości lub częściowo emalią zostały podane w tabeli:

Wady powierzchni emaliowanych dopuszczalne oraz niedopuszczalne dla powierzchni pokrytych całościowo lub częściowo		
Rodzaj wady	Strefa główna	Strefa brzegowa
Wady punktowe *	Ilość : max. 3 sztuki ale nie większe niż 25 mm <sup>2</sup> , suma wszystkich wad punktowych może wynosić : max 25 mm <sup>2</sup>	Szerokość : max 3 mm sporadycznie 5 mm; Długość : bez ograniczeń;
Rysy włosowe (tylko przy zmianie oświetlenia)	Dopuszczalne do 10 mm długości	Dopuszczalne/ bez ograniczeń
Chmury**	Niedopuszczalne	Dopuszczalne/żadnych ograniczeń
Pozostałości wody	Niedopuszczalne	Dopuszczalne/żadnych ograniczeń
Pozostałości farby na krawędziach	Nie dotyczy	Dopuszczalne dla szyb przeznaczonych do ram lub zespołów (zwykłe zatępienie krawędzi) niedopuszczalne jeżeli krawędzi gotowego wyrobu są widoczne (krawędzie są szlifowane lub polerowane)
Tolerancja wymiarów dla szyb pokrytych częściowo lub w całości emalią w stosunku do wymiarów szkła	W zależności od szerokości naniesionej emalii: Szerokość emalii: Tolerancja: ≤ 100 mm ± 1,5 mm ≤ 500 mm ± 2,0 mm ≤ 1000 mm ± 2,5 mm ≤ 2000 mm ± 3,0 mm ≤ 3000 mm ± 4,0 mm mm <sup>2</sup> ≤ 4000 mm ± 5,0 mm	
Tolerancja położenia wzoru emalii ***	Wielkość nadruku: ≤ 2000 mm ± 2,0 mm ≥ 2000 mm ± 4,0 mm	
Różnice barwy	Patrz punkt 2.2.6	
<p>* wady ≤ 0,5 mm („rozgwieżdżone niebo”, „punktowe dziury w emalii”) są dopuszczalne i generalnie nie są uznawane za wady; Miejsca, w których dokonano korektę wad emalii przed procesem obróbki cieplnej (ESG lub TVG) lub po procesie za pomocą lakierów organicznych są dopuszczalne W przypadku lakierów organicznych jeżeli skorygowane wady będą znajdowały się w obszarze uszczelnienia zastosowanie szkła w termoizolacji nie jest dopuszczalne. Naprawione wady nie mogą być widoczne z odległości 3 m; ** Przy bardzo szczegółowych wzorach (raster o powierzchni mniejszej niż 5 mm<sup>2</sup>) może wystąpić tzw. <i>Efekt Moiré</i>, konieczne jest poinformowanie o tym zamawiającego; *** Tolerancje położenia emalii są mierzone od punktu bazowego określonego w zamówieniu; ( jeżeli w zamówieniu punkt bazowy nie został określony przyjmuje się że stanowi go krawędź szkła )</p>		

### 3.2 Ocena koloru farby.

Kolor emalii nałożonej na powierzchnię szkła może czasami wykazywać odchylenie od dostarczonej próbki wzorcowej. Poniżej podany jest opis czynników, które mogą mieć wpływ na odbiór jakościowy barwy nałożonej emalii:

### 3.2.1 Rodzaj szkła bazowego i wpływ barwy szkła.

Z reguły szkłem bazowym jest szkło float, czyli powierzchnia płaska i o wysokiej przepuszczalności światła. Dodatkowo może być użyte szkło na które zostały nałożone różne powłoki np. przeciwsłoneczne, refleksyjne lub szkło ornamentowe. Do tego nakłada się również barwa szkła, która jest zależna od grubości szkła jak i dostawcy. Do wykonania emalii używa się składników z materiałów nieorganicznych, które są odpowiedzialne za jej barwę. Substancje te zmieszane z bardzo drobno zmielonym szkłem tworzą farbę ceramiczną. W trakcie procesu wypalania w piecu farba wtapia się i utwardza na powierzchni nałożonej formatki szkła w temp. 600-620stC. Ostateczny kolor emalii uzyskuje się więc po procesie hartowania lub wzmacniania termicznego, jednak ze względu na rozkład izoterm w piecu hartowniczym na powierzchni emaliowanej (szczególnie przy dużych powierzchniach) nie zawsze otrzymuje się dokładnie barwę oczekiwaną. Dodatkową przyczyną różnicy w odcieniu koloru emalii może być rodzaj użytej technologii nakładania emalii.

Generalnie farby nakładane za pomocą sitodruku posiadają mniejszą intensywność krycia niż farby nakładane za pomocą walca lub poprzez oblewanie (grubsza warstwa emaliowana, większa lepkość farby).

### 3.2.2 Oświetlenie ocenianego obiektu

Warunki oświetlenia w zależności od pory roku, pory dnia oraz panujących warunków pogodowych mają bardzo duży wpływ na ocenę jakości użytych na obiekcie elementów emaliowanych. Oznacza to, że widmo światła, które poprzez różne czynniki (powietrze, powierzchnia szkła) wpływa na kolor, w zakresie widma widzialnego (400-700nm) posiada zmienną intensywność. Już pierwsza powierzchnia szkła odbija część padającego światła w zależności od kąta jego padania. W zależności od użytej farby część kolorów w zakresie widma tego światła będzie odbijana część natomiast absorbowana. Tak więc w zależności od użytego źródła światła możemy otrzymać różną barwę ocenianej emalii.

### 3.2.3 Sposób obserwacji.

Oko ludzkie reaguje na kolory bardzo różnie. Przy kolorach niebieskich reakcja oka na różnice odchylenia barwy jest dużo mniejsza jak dla kolorów zielonych. Dalsza różnica może pojawić się w zależności od kąta patrzenia na ocenianą powierzchnię szkła a także w jakiej odległości od siebie znajdują się porównywane powierzchnie.

Obiektywna ocena wizualnej różnicy koloru z powyższych względów nie jest możliwa. Jednak w celu oceny końcowej wykonanego koloru należy spełnić następujące warunki:

- dostarczenie do zamawiającego próbki z jednego lub kilku kolorów;
- określenie zakresu tolerancji dla wybranego koloru posługując się systemem barw CIELAB,
- przyjmuje się, że oko ludzkie nie odróżni różnicy w barwie dwóch elementów jeżeli pomiar kolorymetrem o określonych stałych parametrach wynosi:  $\Delta L^* \leq 1,0$   $\Delta C^* \leq 0,6$   $\Delta H^* \leq 0,5$
- określenie wielkości zlecenia (zaleca się zamówienie farby na całe zamówienie lub obiekt, gdyż różnice w odcieniach dostarczonej emalii mogą wystąpić w różnych dostawach);
- wykonanie próbki emalii na szybie w skali 1:1 ;
- pisemna akceptacja dostarczonej do klienta próbki wraz z ustalonym zakresem tolerancji barwy;

## 4.1 Pozostałe wytyczne stosowania szyb emaliowanych.

Użycie szkła emaliowanego w laminacie musi być wcześniej skonsultowane.

Późniejsze przetwarzanie szkła emaliowanego mającego wpływ na zmianę jego właściwości fizykochemiczne jest niedopuszczalne.

Szyby emaliowane mogą być wykorzystane jako szyby pojedyncze lub laminowane (VSG) a także w zespoleniach (szyby termoizolacyjne). W tych zastosowaniach podlegają odpowiednim normom dla danego produktu. Szyby emaliowane posiadają niższą wytrzymałość statyczną niż odpowiednie szyby hartowane i termicznie wzmacnione nie pokryte emalią.

Wszystkie inne właściwości szyb pokrytych emalią podlegają następującym normom:

EN-PN 12150 dla szyb hartowanych oraz EN-PN 1863 dla szyb termicznie wzmacnionych;