

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **241437**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428490**

(22) Data zgłoszenia: **07.01.2019**

(51) Int.Cl.

B32B 17/00 (2006.01)

B32B 17/10 (2006.01)

B32B 27/06 (2006.01)

(54) **Sposób wytwarzania szyb hartowanych do wytwarzania szyb laminowanych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

13.07.2020 BUP 15/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

03.10.2022 WUP 40/22

(73) Uprawniony z patentu:

**BOJAR SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Buczki, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

KRZYSZTOF HARASIMOWICZ, EIk, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Adam Pawłowski

PL 241437 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest sposób wytwarzania szyb hartowanych do wytwarzania hartowanych szyb laminowanych o obniżonej anizotropii, przeznaczonych w szczególności na szyby fasadowe i balkonowe.

Ciała anizotropowe wykazują różne właściwości takie jak: rozszerzalność termiczna czy współczynnik załamania światła – w zależności od kierunku, w którym dana właściwość jest rozpatrywana. Ma to szczególne znaczenie w procesie produkcji szyb hartowanych, w którym w wyniku obróbki temperaturowej w szkłe tworzą się obszary anizotropowe.

Zjawisko anizotropii w szybach, w szczególności fasadowych, czy okiennych jest niekorzystne ze względu na to, że szyba podlegająca ekspozycji słonecznej nierównomiernie przepuszcza i odbija światło co jest widoczne w postaci kolorowych prążków, plam lub smug na powierzchni szyby zwanych „opalizowaniem”.

W wielu typowych technologiach wytwarzania szyb nie przykłada się dużej uwagi do zjawiska anizotropii, traktując je jako zjawisko akceptowalne.

Przykładowo, w publikacji "Vitroterm-Murów S.A. – Warunki Techniczne" (www.vitroterm.pl/Media/download/4/warunki-techniczne-vtm.pdf) przedstawiono zestawienie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać szyby zespolone jedno- i dwukomorowe. Dokument ten akceptuje anizotropowość szyb, gdyż w punkcie 3.2 stwierdza, że "W szkłe, które podlegało termicznemu procesowi naprężenia (hartowaniu) powstają anizotropie. Podwójne załamanie promieni świetlnych powstaje poprzez zróżnicowane strefy naprężeń w szkłe. Spolaryzowane fale światła dziennego powodują, że zjawiska te są widzialne w formie barwnych pierścieni, obrazów chmur itp. co jest efektem optycznym nie stanowiącym wady szkła". Dokument ten nie precyzuje, jakim procesem technologicznym należy poddać szyby w taki sposób, aby wytworzyć laminat, który będzie miał idealnie równą powierzchnię tak aby uniknąć anizotropowości.

Problem unikania anizotropowości szyb nie jest również poruszony w ogólnej przeglądowej publikacji na temat wytwarzania szyb, w tym hartowania szkła: "Technologia szkła" (praca zbiorowa, Arkady, Warszawa 1972, str. 1080–1100).

Przyczyną anizotropii w szybach hartowanych są nierównomierne, występujące miejscowo naprężenia wewnętrzne wywołane między innymi przez nierównomierne nagrzewanie i/lub nierównomierne chłodzenie szkła w trakcie procesu hartowania.

Znane techniki w których dąży się do ograniczenia anizotropii w szybach hartowanych obejmują różne sposoby mające na celu uzyskanie możliwie równomiernego rozkładu temperatur w całej objętości szkła zarówno podczas ogrzewania jak i chłodzenia szyby w procesie hartowania.

Szyba ogrzana i schłodzona zasadniczo równomiernie charakteryzuje się bardziej równomiernym rozkładem naprężeń, co przejawia się dobrą jakością optyczną szyby, to jest słabym uwidocznieniem obszarów anizotropowych na całej powierzchni szkła.

Kontrola jakości szyby hartowanej umożliwiającą wykrycie obszarów anizotropowych w szkłe obejmuje przepuszczanie przez szybę światła spolaryzowanego. Obszary szkła o nierównomiernym rozkładzie naprężeń po oświetleniu światłem spolaryzowanym są widoczne jako kolorowe strefy.

Znane sposoby równomiernego ogrzewania szyb obejmują między innymi grzanie bezprzerwowe, w którym elementy grzejne umieszcza się zgodnie z kierunkiem przemieszczania się szkła w ciągu technologicznym, zapewniając jednocześnie zgodność przepływu gorącego powietrza z kierunkiem transportu szyby. Aby uzyskać powyższy efekt elementy grzejne umieszcza się w urządzeniu grzewczym pod odpowiednim kątem.

Sposoby równomiernego chłodzenia szyb obejmują natomiast wymuszoną konwekcję powietrza w systemie w którym dysze chłodzące połączone są w grupy, przy czym otwory każdej z dysz tworzą linie równoległe do kierunku ruchu szkła, zapewniając bezprzerwowe chłodzenie szyby.

Także z literatury patentowej znane są sposoby wytwarzania szyb hartowanych laminowanych.

Z europejskiej publikacji patentowej EP2905130 znany jest sposób wytwarzania szyb laminowanych w którym łączy się dwie szyby za pomocą dwuwarstwowej folii składającej się z acetalu poliwinylowego oraz maksymalnie 16% wag. plastifikatora.

Z amerykańskiego opisu patentowego US3573889 znany jest ogólnie proces hartowania i laminowania szkła giętego, a nie prostego, którego dotyczy niniejszy wynalazek. Dokument ten nie wspomina w ogóle o problemie anizotropowości szyb, a technologia opisana w tym dokumencie nie obejmuje czynności prowadzących w szczególności do wytworzenia laminatu, który będzie miał idealnie równą

powierzchnię tak aby uniknąć anizotropowości. W dokumencie tym szyby laminuje się warstwą folii poliwinylbutyralowej, co jest jedyną zbieżną z niniejszym wynalazkiem cechą szczególną.

Z amerykańskiego opisu patentowego US6413618 znany jest sposób wytwarzania laminowanej płyty szklanej do wykorzystania jako podłoga. Dokument ten nie dotyczy problemu anizotropii. W rozwiązaniu według tego dokumentu laminowana jest płyta szklana i warstwa dekoracyjna, a zatem nie ma potrzeby rozważania problemu anizotropii, co ma miejsce w przypadku szyb przezroczystych – gdyż w dokumencie tym to warstwa dekoracyjna decyduje o wyglądzie produktu.

Z japońskiego opisu patentowego JP2011136895 znany jest produkt szklany laminowany, w którym jedna szyba jest ze szkła typu float, a druga ze szkła hartowanego, przy czym obydwie szyby mają grubość poniżej 2 mm – a więc cieńszą niż w przypadku niniejszego wynalazku (od 2,8 do 6 mm). Produkt według tego dokumentu jest przeznaczony jako szyba do ekranów dotykowych, a niejako materiał budowlany, a zatem dotyczy formatek o znacznie mniejszych wymiarach niż niniejszy wynalazek – nie nadawałby się na produkt budowlany ze względu na swoją małą grubość. W dokumencie tym nie wspomina się ponadto o problemie anizotropii.

Sposób wytwarzania szyb hartowanych podlega zatem ciągłym modyfikacjom, lecz nie poświęcano dotychczas uwagi na ograniczenie występowania zjawiska anizotropii w szkłe, a tym samym uzyskanie poprawionych właściwości optycznych szyby, w tym w szczególności występowania na powierzchni szyby kolorowych prążków plam lub smug podczas ekspozycji słonecznej szyby.

Celowym byłaby zatem dalsza modyfikacja procesu wytwarzania szyb hartowanych do wytwarzania hartowanych szyb laminowanych przeznaczonych na szyby fasadowe bądź balkonowe, które w trakcie użytkowania podlegają ekspozycji słonecznej, mająca na celu poprawę jakości wytwarzanych szyb poprzez ograniczenie anizotropowości szyby.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania szyby hartowanej laminowanej, w którym szyby o grubości od 2,8 do 6 mm poddaje się szlifowaniu i polerowaniu krawędzi, a następnie szyby ogrzewa się, hartuje, chłodzi oraz laminuje, przy czym schłodzone szyby laminuje się poprzez połączenie dwóch szyb hartowanych warstwą folii poliwinylbutyralowej o grubości w zakresie od 0,38 do 1,52 mm, wytwarzając szybę hartowaną laminowaną, charakteryzującą się tym, że:

- szyby szlifuje się i poleruje (10) do uzyskania kąta sfazowania krawędzi szyb wynoszącego 45° ,
- po czym szyby wprowadza się do pieca (11) przy zachowaniu ilości szklanego wsadu nie przekraczającego połowy maksymalnej ładowności pieca,
- następnie szyby ogrzewa (12) się przez czas od 300 do 400 sekund do uzyskania jednokowej temperatury w całej objętości szyby wynoszącej nie mniej niż 625°C ,
- przy czym bezpośrednio po ogrzaniu, szyby o temperaturze nie mniejszej niż 625°C hartuje się (13) pod ciśnieniem 7000 Pa w czasie od 5 do 25 sekund, przesuwając szyby w urządzeniu chłodzącym w ruchu posuwisto-zwrotnym po rolkach owiniętych włóknem politereftalano-1,4-fenyloamidowym, tak że dla każdego punktu postoju pomiędzy ruchem posuwistym a zwrotnym, każdy punkt na powierzchni szkła jest oddalony od każdej z dysz hartowniczych o odległość inną niż dla pozostałych punktów postoju,
- a następnie zahartowaną szybę schładza się (14) pod ciśnieniem 4000 Pa w czasie od 120 do 180 sekund powietrzem do temperatury w zakresie od 30 do 40°C .

Technologia według wynalazku obejmuje zatem specyficzne zestawienie istotnych cech technicznych sposobu wytwarzania szyby laminowanej. Co prawda część tych cech mogła być indywidualnie znana w stanie techniki, lecz nie w zestawieniu z pozostałymi cechami – wynalazkiem jest unikalne połączenie tych cech, prowadzące do wytworzenia szyby o zaskakująco niskiej anizotropowości. Dobór tak wielu wąsko zdefiniowanych parametrów procesowych nie wynika z rutynowych działań, lecz jest wynikiem pracy twórczej i zapewnia niespodziewane efekty, gdyż znane dotychczas publikacje nie zapewniały wskazówek, aby uzyskać anizotropowość poprzez taki dobór parametrów technologicznych.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładzie wykonania na rysunku na którym:

Fig. 1 przedstawia schematycznie sposób wytwarzania szyb hartowanych do wytwarzania hartowanych szyb laminowanych według wynalazku,

Fig. 2 przedstawia schematycznie krawędzie szyby po procesie szlifowania i polerowania,

Fig. 3 przedstawia wykładniczą krzywą ogrzewania szyby,

Fig. 4 przedstawia schematycznie konfigurację dysz hartowniczych.

Fig. 5A, 5B przedstawiają wyniki pomiarów dla przykładu wykonania wynalazku i przykładu porównawczego.

Na Fig. 1 przedstawiono w postaci schematu blokowego sposób wytwarzania szyby hartowanej wykazującej mniejszą anizotropię, który obejmuje obróbkę krawędziową szyby w kroku 10, wprowadzenie szyby do pieca w kroku 11, ogrzewanie szyby w kroku 12, hartowanie szyby w kroku 13, chłodzenie szyby w kroku 14 oraz laminowanie szyby w kroku 15.

W kroku 10 szybę poddaje się obróbce krawędziowej obejmującej fazowanie krawędzi szyby. Proces fazowania obejmuje szlifowanie i polerowanie krawędzi celem uzyskania fazy $2 \times 45^\circ$. Na Fig. 2 przedstawiono schematycznie fragment szyby z uwidocznionymi krawędziami po procesie fazowania.

Fazowanie krawędzi szyby zapewnia ograniczenie temperatury grzania pieca o 20°C – na etapie ogrzewania, w odniesieniu do temperatury stosowanej standardowo dla danej grubości szyby – bez pogorszenia jej parametrów. Tak znaczące obniżenie temperatury ogrzewania zapewnia poprawę optycznej jakości szkła oraz zmniejszenie liczby uszkodzeń powstających w procesie ogrzewania, w porównaniu do procesu prowadzonego w standardowej temperaturze. Obniżenie temperatury ogrzewania szyby w piecu sposobem według wynalazku ogranicza ponadto występowanie szklanych deformacji takich jak: pofalowanie, unoszenie krawędzi, bistabilność, zakrzywienie powierzchni, miejscowe zamglenia i zniekształcenia oraz łuki siodełkowe, co wpływa na lepszy wygląd zewnętrzny szyby, a także poprawione parametry przepuszczania światła.

Po obróbce krawędziowej szybę wprowadza się do pieca w kroku 11, przy czym szkło przygotowuje się tak, aby ilość szklanego wsadu wprowadzanego do pieca nie przekroczyła 50% maksymalnej ładowności pieca. Przykładowo, dla dopuszczalnej maksymalnej ładowności pieca wynoszącej 16 m^2 szyby, do pieca wprowadza się nie więcej niż 8 m^2 szklanego wsadu w postaci szyby.

Po załadowaniu pieca szybę ogrzewa się w kroku 12 przez czas wynoszący od 300 do 400 sekund, a korzystnie wynoszący 350 sekund do osiągnięcia przez szkło temperatury jednolitej w całej objętości – powyżej temperatury wyżarzania, a korzystnie powyżej temperatury 610°C . W trakcie opracowanego procesu ogrzewania w kroku 12, w szkłe zachodzą następujące zjawiska: w 21 sekundzie grzania szkło na powierzchni szyby rozszerza się szybciej niż szkło wewnątrz szyby co powoduje ściskanie powierzchni szyby oraz naprężenia wewnątrz szyby. Następnie w 115 sekundzie zmniejsza się szybkość ogrzewania szkła co wpływa na zmniejszenie naprężeń przejściowo występujących w szkłe, co jest spowodowane tym, że temperatura wewnątrz szyby zbliża się do wartości temperatury w warstwach powierzchniowych szyby. W momencie gdy temperatura szkła przekracza temperaturę wyżarzania, która wynosi od 336 do 548°C , w zależności od rodzaju materiału szklanego, naprężenia ściskające występujące w szkłe zanikają, natomiast naprężenia rozciągające obecne w środkowych warstwach szyby wywołują nieznaczną zmianę jej wymiarów. W 350 sekundzie ogrzewania temperatura szkła osiąga wartość bliską zadanej temperatury pieca i jest jednolita w całej objętości szyby, co kończy proces ogrzewania. Przykładowo dla maksymalnej temperatury zadanej pieca wynoszącej 630°C , temperatura szkła w całej objętości szyby może wynosić na tym etapie 625°C .

Ogrzanie szyby do temperatury bliskiej (99,3%) maksymalnej temperatury nastawu pieca w założonym czasie było możliwe dzięki odpowiedniemu fazowaniu krawędzi szyb według wynalazku.

Ogrzewanie szyb z oszlifowanymi krawędziami o fazach 45° umożliwiło obniżenie temperatury etapu ogrzewania o około 20°C w porównaniu z temperaturą standardową – bez pogorszenia jakości procesu wygrzewania. Co więcej zastosowanie fazowania naroży o parametrach jak opisano powyżej zapewniło bardziej równomierne ogrzewanie szyb w piecu w przypadku prowadzenia procesu ogrzewania z zachowaniem opracowanego według wynalazku reżimu grzewczego.

Opracowane parametry ogrzewania szkła w kroku 12, zapewniają osiągnięcie temperatury szyby wynoszącej 99,3% temperatury zaplanowanej, co dodatkowo zapewnia poprawę parametrów szyby oraz ograniczenie zjawiska anizotropii.

Bezpośrednio po ogrzewaniu, gorącą szybę hartuje się w kroku 13, poprzez jej gwałtowne schłodzenie. Hartowanie w kroku 13 jest realizowane w urządzeniu chłodzącym zawierającym sekcję chłodzenia z rolkami owiniętymi włóknem wykonanym z politereftalano-1,4-fenylodiamidu (zwanego także Kevlarem®) oraz dwoma wentylatorami, kanałami przepływowymi powietrza oraz agregatu z dyszami do chłodzenia strumieniem powietrza szyb przemieszczanych za pomocą rolek ruchem posuwistozwrotnym wewnątrz urządzenia chłodzącego. Średnica wirnika każdego wentylatora może wynosić korzystnie 1,5 metra, przy mocy jednego silnika wynoszącej przykładowo 300 kW. Szybkość chłodzenia prowadzona za pomocą powyżej opisanego urządzenia chłodzącego zależy od założonego ciśnienia w skrzyni dyszowej, która jest sterowana za pomocą regulatora łopatek poprzez blokowanie wlotu powietrza wentylatora lub też przez zmianę prędkości obrotowej wirnika wentylatora za pomocą przetworzycy częstotliwości. Stosowana kontrola prędkości obrotowej umożliwia znaczne oszczędności energii

w porównaniu do kontroli przepustnicy. Ciśnienie możliwe do wytworzenia przez wentylatory wynosi około 7,5 kPa. Ponadto proces chłodzenia w urządzeniu chłodzącym może być dodatkowo regulowany poprzez zmianę odległości pomiędzy dyszą a powierzchnią szyby, która może wynosić minimalnie 15 mm.

Krok hartowania może trwać od 5 do 25 sekund, w zależności od grubości szyby. Przykładowo hartowanie szyb o grubości 4 mm trwa 20 sekund.

Na każdym postoju pomiędzy ruchem posuwistym a zwrotnym, szkło bezpośrednio przylegające do dyszy hartowniczych ochładzalnika będzie odbierać siłę chłodzącą w większym stopniu niż obszary nie sąsiadujące z dyszami i będzie ona narastać, aż temperatura szkła spadnie poniżej punktu odkształcenia (jak przedstawiono schematycznie na Fig. 4). Aby zmniejszyć ten efekt, należy ustawić powolną prędkość hartowania i małą prędkość oscylacji. Ponadto parametry ruchu posuwisto-zwrotnego należy dobrać tak, aby dla każdego punktu postoju pomiędzy ruchem posuwistym a zwrotnym, każdy punkt na powierzchni szkła był oddalony od każdej z dysz hartowniczych o odległość inną niż dla pozostałych punktów postoju, tak aby w żadnych dwóch punktach postoju nie nakładał się miejscowo efekt chłodzenia, co powodowałoby utrwalenie wzorów anizotropii.

Podczas hartowania w kroku 13 szybę o temperaturze powyżej 610°C czyli powyżej temperatury wyżarzania szkła, wprowadza się do urządzenia chłodzącego i schładza się strumieniem powietrza. W procesie tym zewnętrzne warstwy szkła schładzają się szybciej niż warstwy wewnętrzne, co wywołuje powstawanie naprężeń rozciągających w warstwach zewnętrznych szyby. Jest to trudny technologicznie etap hartowania, ze względu na mogące pojawiać się pęknięcia, które w standardowo prowadzonym procesie mogą prowadzić nawet do rozerwania szyby na duże kawałki, co wpływa negatywnie na ogólną wydajność standardowego procesu hartowania. Ze względu na opracowaną technikę fazowania krawędzi szyby obejmującą szlifowanie i polerowanie z uzyskaniem fazy 45° – jak przedstawiono na Fig. 2, w procesie wytwarzania szyb według wynalazku, szkło jest bardziej wytrzymałe w tej fazie hartowania – w porównaniu z procesem prowadzonym standardowo, zapewniając tym samym poprawioną jakość wyrobu gotowego oraz dobrą wydajność produkcyjną według wynalazku poprzez zmniejszenie ryzyka popęknięcia szyby, a tym samym lepsze właściwości anizotropowe szkła.

Ponadto, szlifowane i polerowane krawędzie szyby o fazie 45° według wynalazku wpływają na ograniczenie występowania na etapie hartowania także pęknięć niewidocznych w wyrobie gotowym, które mogłyby zmniejszać wytrzymałość mechaniczną hartowanej szyby.

W czwartej sekundzie procesu hartowania w kroku 13 układ występujących w szkłe naprężeń ulega odwróceniu a szkło w wyniku chłodzenia zaczyna zmniejszać swoją objętość.

Po zakończeniu kroku hartowania polegającego na gwałtownym schłodzeniu, prowadzi się chłodzenie szyby w kroku 14, w którym obniża się temperaturę szkła znacznie wolniej niż w procesie hartowania, tj. w czasie od 120 do 180 sekund. Na tym etapie, w dwudziestej sekundzie – licząc od początku hartowania, naprężenia występujące w materiale szklanym uzyskują wartość końcową. Podczas chłodzenia, w procesie standardowym, w przypadku występowania w szkłe pęknięć, powstałych podczas hartowania, szkło może popękać na małe kawałki. Natomiast sposobem według wynalazku, ze względu na zastosowanie szlifowania i polerowania krawędzi szkła jak opisano powyżej, szkło wykazuje zmniejszoną tendencję do powstawania pęknięć, co wpływa na poprawę parametrów wytrzymałościowych wyrobu gotowego oraz zwiększoną wydajność procesową. Krok chłodzenia zostaje zakończony po osiągnięciu przez szkło temperatury w zakresie od 30 do 40°C. Całkowity czas chłodzenia szkła obejmujący hartowanie w kroku 13 oraz chłodzenie w kroku 14 może wynosić przykładowo 159 sekund – dla szyby o grubości 4 mm.

Szybę hartowaną można następnie poddawać kontroli jakości na stanowisku do badania anizotropii wyposażonego w źródło światła spolaryzowanego oraz filtr analizujący.

Po schłodzeniu szkła do odpowiedniej temperatury z szyby hartowanej wytwarza się laminat warstwowy w kroku 15, w którym dwie szyby hartowane łączy się warstwą folii. Przykładowo, w procesie laminowania z szyby hartowanej można wytwarzać laminat zawierający dwie warstwy szyby hartowanej każda o grubości na przykład 4 mm, połączonych warstwą folii poliwinylbutyralowej (PVB) o grubości w zakresie od 0,38 do 0,4 mm lub też połączonych warstwą folii PVB o grubości 0,8 mm.

Sposobem według wynalazku można wytwarzać szyby hartowane laminowane o różnej grubości, przykładowo szyby hartowane laminowane, zawierające dwie szyby o jednakowej grubości od 2,8 do 6 mm każda, połączone warstwą folii o grubości od 0,38 do 1,52 mm, które mogą być wykorzystywane jako szyby balkonowe lub szyby fasadowe.

Opracowany sposób wytwarzania szyb hartowanych laminowanych zapewnia ograniczenie zjawiska anizotropowości wytwarzanych szyb co osiągnięto poprzez odpowiednie fazowanie szyb oraz zastosowany temperaturowy reżim ogrzewania i chłodzenia. Wytworzone szyby charakteryzują się ograniczonym efektem „opalizowania”, niskim poziomem uniesionych krawędzi w szkło hartowanym i niskim poziomem pofalowania, co ma znacznie w przypadku szyb laminowanych, czyli trójwarstwowych w których dwie warstwy szyby połączone są warstwą folii. Efekt opalizacji w szybie laminowanej był dotąd szczególnie dokuczliwy, ponieważ przez zastosowanie dwóch szyb hartowanych w szybie laminowanej, efekt opalizacji dublował się, a zatem zjawisko to było jeszcze bardziej widoczne po laminowaniu. Rozwiązanie według niniejszego wynalazku pozwala znacznie ograniczyć ten problem.

PRZYKŁAD WYKONANIA WYNALAZKU

Szyby o grubości 4 mm fazowano w procesie szlifowania i polerowania celem uzyskania krawędzi o fazie $2 \times 45^\circ$. Następnie szyby wprowadzono do pieca w ilości 50% powierzchni załadunku pieca i ogrzewano zgodnie z krzywą grzania przedstawioną na Fig. 3 do temperatury końcowej wynoszącej 625°C przez czas wynoszący 350 sekund, przy nastawie maksymalnej temperatury pieca wynoszącej 630°C . Następnie bezpośrednio po ogrzaniu szybę przeniesiono z sekcji grzewczej do sekcji hartowania, z prędkością 350 mm/s, poddano hartowaniu w czasie 20 sekund pod ciśnieniem 7000 Pa celem obniżenia temperatury szyby poniżej temperatury wyżarzania oraz schłodzeniu pod ciśnieniem 4000 Pa do temperatury nie wyższej niż 40°C , przy czym łączny czas hartowania i chłodzenia wynosił 159 sekund. Szyby przesuwano w urządzeniu chłodzącym w ruchu posuwisto-zwrotnym po rolkach owiniętych włóknem politereftalano-1,4-fenylodiamidowym, tak że dla każdego punktu postoju pomiędzy ruchem posuwistym a zwrotnym, każdy punkt na powierzchni szkła był oddalony od każdej z dysz hartowniczych o odległość inną niż dla pozostałych punktów postoju. Schłodzone szyby miały niewielkie pofalowania (roller wave), nie przekraczające 0,04 mm. Schłodzone szyby poddano procesowi laminowania w którym dwie szyby, każda o grubości 4 mm połączono warstwą folii PVB o grubości 0,4 mm uzyskując hartowaną szybę laminowaną bez widocznej anizotropii.

Zrealizowano ponadto przykładowe rozwiązanie porównawcze względem przykładu wykonania według wynalazku. Szyby o grubości 4 mm zatępiono na krawędziach stosując standardowy pas diamentowy (co pozostawiło drobne zarysowania na krawędziach). Następnie szyby wprowadzono do pieca w ilości 85% powierzchni załadunku pieca i ogrzewano przy typowych nastawach, w temperaturze pieca 680°C , ogrzewając szybę przez czas 150 sekund do temperatury 655°C . Następnie bezpośrednio po ogrzaniu szybę przeniesiono z sekcji grzewczej do sekcji hartowania, z dużą prędkością 550 mm/s, poddano hartowaniu w czasie 20 sekund pod ciśnieniem 7000 Pa celem obniżenia temperatury szyby poniżej temperatury wyżarzania oraz schłodzeniu pod ciśnieniem 4000 Pa do temperatury nie wyższej niż 40°C , przy czym łączny czas hartowania i chłodzenia wynosił 159 sekund. Szyby przesuwano w urządzeniu chłodzącym w powolnym ruchu posuwistym. Schłodzone szyby miały dość duże pofalowania (roller wave), o wielkości około 0,15 mm. Schłodzone szyby poddano procesowi laminowania w którym dwie szyby, każda o grubości 4 mm połączono warstwą folii PVB o grubości 1,52 mm uzyskując hartowaną szybę laminowaną. Ze względu na duże pofalowania, nie było możliwości zastosowania cieńszej folii. W tak uzyskanej szybie widoczna była anizotropia.

Anizotropię szyb uzyskanych w tych przykładach zmierzono na stanowisku doświadczalnym, na którym za pomocą skanera określano anizotropię poprzez pomiar ilości światła przechodzącego przez szybę bez zakłóceń. W miejscach, w których występowała anizotropia światło ulegało niekorzystnym załamaniom (widocznym jako „plamy”). Dla szyby uzyskanej w przykładzie według wykonania sposobem według wynalazku stwierdzono, że 95% światła przechodzi pod tym samym kątem, bez załamań – jak przedstawiono na Fig. 5A. Dla szyby uzyskanej w przykładzie porównawczym stwierdzono, że jedynie 60% światła przechodzi pod tym samym kątem, bez załamań – jak przedstawiono na Fig. 5B. Mniejsza ilość światła ulegającemu załamaniom w szybie według wynalazku względem przykładu porównawczego powoduje mniej widoczne zjawisko anizotropii.

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób wytwarzania szyby hartowanej do wytwarzania hartowanych szyb laminowanych, w którym szyby o grubości od 2,8 do 6 mm poddaje się szlifowaniu i polerowaniu krawędzi, a następnie szyby ogrzewa się, hartuje oraz chłodzi, po czym laminuje się je, przy czym schł-

dzone szyby laminuje się poprzez połączenie dwóch szyb hartowanych warstwą folii poliwinyllobutyralowej o grubości w zakresie od 0,38 do 1,52 mm, wytwarzając szybę hartowaną laminowaną, **znamienny tym**, że:

- szyby szlifuje się i poleruje (10) do uzyskania kąta sfazowania krawędzi szyb wynoszącego 45°,
- po czym szyby wprowadza się do pieca (11) przy zachowaniu ilości szklanego wsadu nie przekraczającego połowy maksymalnej ładowności pieca,
- następnie szyby ogrzewa (12) się przez czas od 300 do 400 sekund do uzyskania jednakowej temperatury w całej objętości szyby wynoszącej nie mniej niż 625°C,
- przy czym bezpośrednio po ogrzaniu, szyby o temperaturze nie mniejszej niż 625°C hartuje się (13) pod ciśnieniem 7000 Pa w czasie od 5 do 25 sekund, przesuwając szyby w urządzeniu chłodzącym w ruchu posuwisto-zwrotnym po rolkach owiniętych włóknem politereftalano-1,4-fenylodiamidowym, tak że dla każdego punktu postoju pomiędzy ruchem posuwistym a zwrotnym, każdy punkt na powierzchni szkła jest oddalony od każdej z dysz hartowniczych o odległość inną niż dla pozostałych punktów postoju,
- a następnie zahartowaną szybę schładza się (14) pod ciśnieniem 4000 Pa w czasie od 120 do 180 sekund powietrzem do temperatury w zakresie od 30 do 40°C.

Rysunki

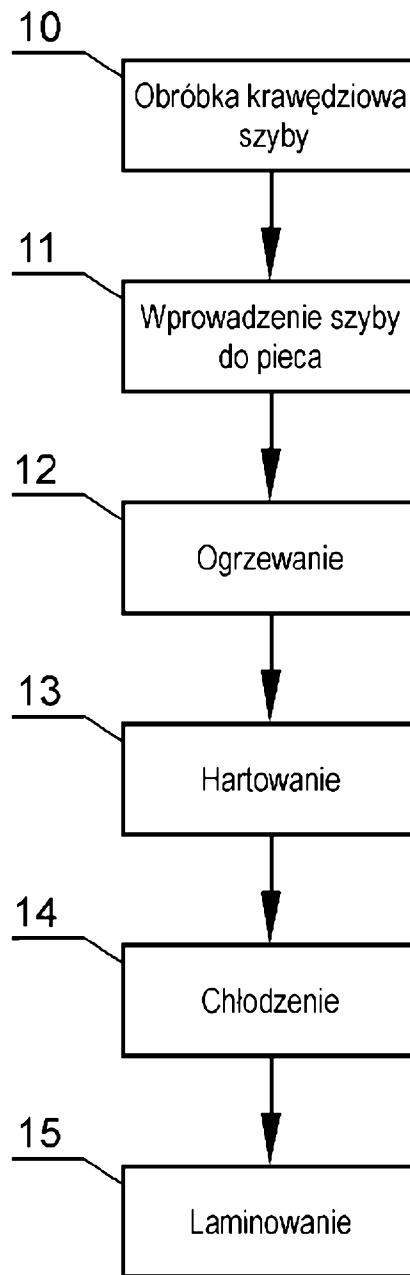


Fig. 1



Fig. 2

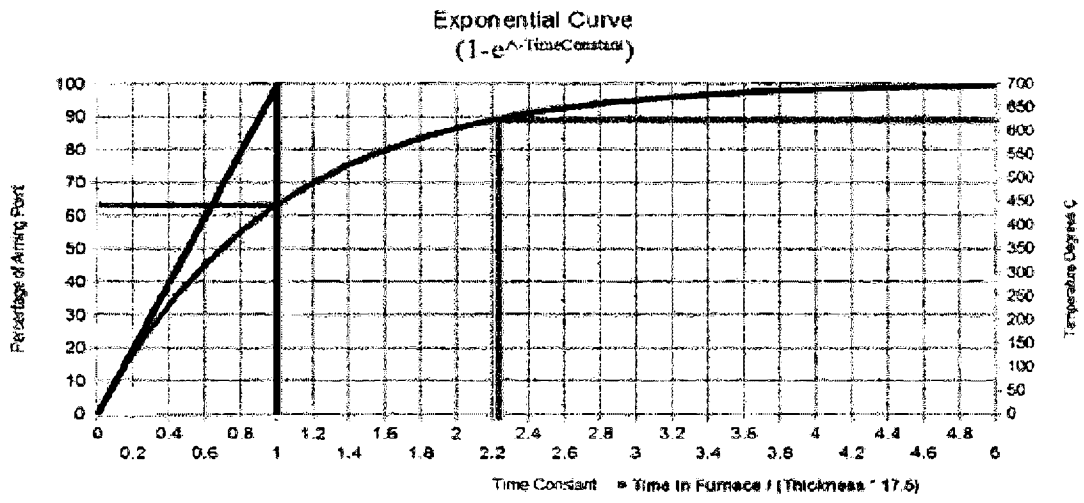


Fig. 3

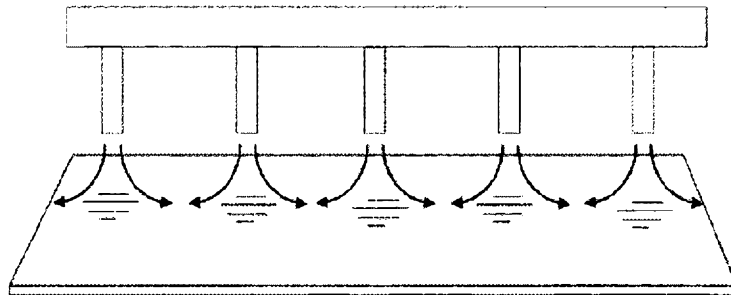


Fig. 4

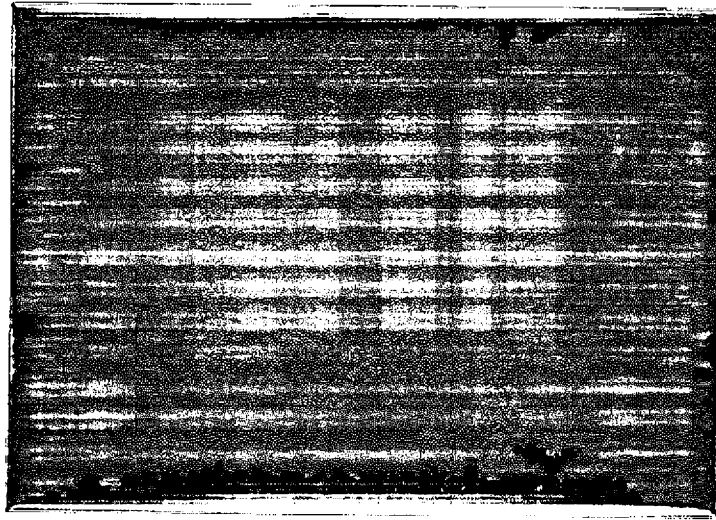


Fig. 5A

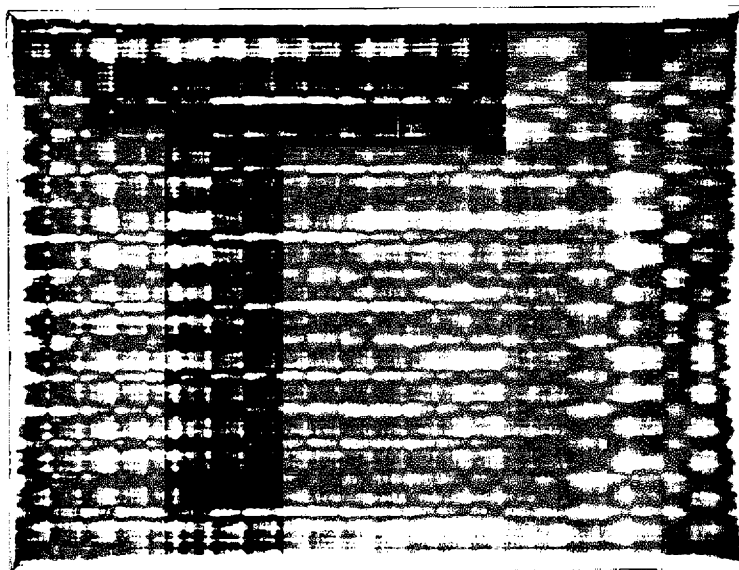


Fig. 5B