

różnicy obróbki szkła, lub wahań warunków fizycznych na przykład temperatury. Niebezpieczeństwo niejednorodności wzrasta przy dużych obciążeniach, podczas gdy temperatura w poszczególnych strefach i czas są ograniczone budową pieca i jego odpornością na topienie materiałów.

Wytwarzane szkło jest na ogół niejednorodne w składzie w stopniu zależnym od przebiegu procesów topienia i kolejnych operacji. Szkło o zmiennym składzie tworzy warstwy w piecu, przy czym warstwy te podlegają unoszeniu i innym przepływom wprowadzanym przez operacje piecowe, konstrukcję lub inne fizyczne operacje przeprowadzane na szkło. W produkcie końcowym warstwy te są na ogół równoległe do powierzchni szkła, mogą jednak występować odchylenia od tego stanu równoległości w obszarach, które podlegają innym czynnikom modyfikującym. Tam gdzie warstwy niejednorodne przestają być równoległe w sposób ciągły do powierzchni szkła, pojawiają się wady optyczne, obniżające jakość szkła.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie niedogodności występujących w znanych sposobach prowadzonych w znanych wannach szklarskich do wytapiania szkła.

W sposobie według wynalazku strumień powierzchniowego przepływu ciekłego szkła ze strefy rafinacji do strefy kondycjonowania reguluje się poziomą przegrodą z kanałem dla cieczy chłodzącej, którą umieszcza się w górnej strefie ciekłego szkła oraz mieszaniem ciekłego szkła w obszarze przewężenia, przy czym stosuje się dwa lub kilka wprowadzonych w ruch obrotowy wokół pionowej osi mieszadeł usytuowanych obok siebie w poprzek kierunku przepływu strumienia szkła. W sposobie tym, stosuje się zmianę położenia mieszadeł poprzez ich obrót w co najmniej jednym położeniu, przy każdym obrocie mieszadeł i zapewnia się im jednakowe położenie katowe. Mieszadła obraca się w tym samym kierunku, z tą samą prędkością i w zgodnej wzajemnie fazie. Mieszadła obraca się też w niezgodnej względem siebie fazie, albo mieszadła obraca się z tą samą prędkością w kierunkach przeciwnych. Mieszadła chłodzi się wodą przez przepuszczenie wody chłodzącej poprzez co najmniej część każdego mieszadła.

Przegrodę dla regulowania i kontroli napływu ciekłego szkła ustawia się do obszaru przewężenia wanny szklarskiej.

Wanna szklarska według wynalazku do wytapiania szkła, posiada usytuowaną nad dnem w górnej strefie ciekłego szkła przegrodę dla kontroli napływu ciekłego szkła, która ma w bliskim obszarze usytuowane obrotowo wokół pionowej osi mieszadła połączone z napędem, posiadające łopatki o kształtowaniu powierzchni natarcia zgodnie z kierunkiem przepływu strumienia powierzchniowego ciekłego szkła.

Wanna ma usytuowane, zanurzone w strumieniu powierzchniowym ciekłego szkła łopatki lub członki łopatkowe mieszadeł. Mieszadła z napędem stanowią układ posiadający ustawienie, które w co najmniej jednym położeniu przy każdym obrocie mieszadeł znajdują się w jednakowym poło-

niu katowym. Układ mieszadeł posiada kierunek obrotów w fazie zgodnej względem siebie.

Mieszadła z napędem stanowią układ posiadający kierunek obrotów mieszadeł w fazie niezgodnej w stosunku do siebie. Mieszadła korzystnie chłodzone są strumieniem cieczy chłodzącej przepływającej co najmniej przez część każdego mieszadła. Przegroda jest umieszczona w przewężeniu wanny lub w pobliżu jej przewężenia, i jest osadzona na-
stawnie dla regulacji zanurzenia w stopionym szkło. Przegroda zawiera co najmniej jedną rurkę o kształcie „U” dla chłodzenia wodnego z dwoma poziomymi ramionami, przy czym jedno znajduje się nad drugim.

Przegroda jest osadzona w pobliżu wlotu do przewężenia wanny, a mieszadła zmontowane są poniżej przegrody w kierunku przepływu strumienia szkła. Przegroda może być umieszczona w przewężeniu lub w pobliżu przewężenia w wannie szklarskiej. Mieszadła mogą być ustawione tak, aby co najmniej w jednym położeniu w każdym obrocie mieszadeł nie było żadnej katowej różnicy między ich ustawieniem obrotowym. Mieszadła mogą zawierać łopatki lub skrzydełka. Mogą być one przystosowane do obracania się w tym samym kierunku tak, aby łopatki lub skrzydełka różnych mieszadeł pozostawały równoległe względem siebie podczas obrotu. W tym przypadku mieszadła są utrzymywane w zgodnej fazie. Gdy łopatki lub skrzydełka są obracane w przeciwnych kierunkach, to są one ustawione tak, aby wszystkie łopatki lub skrzydełka były wzajemnie równoległe, w jednej z góry określonej pozycji, w czasie każdego obrotu tak, że w tej pozycji nie ma żadnej różnicy ustawienia obrotowego.

Alternatywnie mieszadła mogą zawierać członki cylindryczne na przykład cylindryczne żebra, które są symetryczne względem osi obrotu. W tym przypadku mieszadła nie wykazują różnicy ustawienia obrotowego, bez względu na swoje położenie obrotowe. W przypadku gdy mieszadła posiadają łopatki lub skrzydełka, napęd może być przystosowany do obracania mieszadeł w fazie wzajemnie niezgodnej. Przez wzajemnie niezgodną fazę rozumie się takie ustawienie mieszadeł, że główna oś poprzeczna łopatki lub skrzydełka jednego mieszadła posiada określony kąt względem głównej poprzecznej osi łopatki lub skrzydełka sąsiedniego mieszadła.

Ustawione w szyku pobocznym mieszadła w poprzek strumienia przedniego mogą tworzyć kąt 90° z osią strumienia lub też kąt inny niż 90° . W obu przypadkach mieszadła są zbudowane tak, że nie wprowadzają do strumienia przepływu masy szklanej żadnej istotnej składowej pionowej. W praktyce każde mieszadło jest montowane na wałku obrotowym. Łopatki lub skrzydełka mogą być montowane ekscentrycznie na wałku tak, aby zapewnić większy stopień przesunięcia poprzecznych niż w przypadku symetrycznie zamontowanych łopatek lub skrzydełek. W jednym z przykładów wykonania skrzydełko wykonane jest w postaci ramki z metalowej rurki. Obszar otoczony przez ramkę może być wypełniony płytą wykonaną z materiału odpornego na wpływ stopionego szkła. Płyt-

ka może być wykonana z molibdenu. W alternatywnym wykonaniu rurka wykonana jest ze stali nierdzewnej. Rurka i walek, na którym jest ona umieszczona, mogą być alternatywnie wykonane ze stali miękkiej, a obszar niestykający się ze szkłem może być pokryty materiałem ogniotrwałym lub otoczony rurką ogniotrwałą w celu ochrony.

W przypadku zastosowania wielu mieszadeł odstęp pomiędzy mieszadłami i grupami mieszadeł może być regulowany stosownie do konstrukcji mieszadła na przykład (stosownie do) liczby skrzydełek, skutecznej średnicy i prędkości obrotu, które z kolei zależne są od obciążenia roboczego i konstrukcji wanny szklarskiej. W celu usunięcia alternatywnych dróg przepływu szkła, innych aniżeli drogi poprzez strefę mieszania, zaleca się stosować kilka mieszadeł w szyku pobocznym, w poprzek kierunku przepływu szkła. W tym przypadku mieszadła mogą rozciągać się w poprzek pełnej szerokości strumienia szkła. Ponadto zaleca się ustawiać mieszadła symetrycznie w stosunku do osi strumienia szkła.

Szybkość mieszania jest ograniczona warunkiem, że nie należy dopuścić do wytwarzania przez mieszadła pęcherzy w masie szklanej na powierzchni granicznej szkła, oraz powodowanie znacznej erozji materiałów ognioodpornych pieca wannowego. Zaleca się wykonanie niektórych lub wszystkich mieszadeł z chłodzeniem cieczowym. Stosowaną cieczą może być woda. Przegroda może wystawać ponad powierzchnią stopionego szkła, jednakże w pewnych przypadkach może być pożądane, aby górna powierzchnia przegrody znajdowała się w tej samej płaszczyźnie, co powierzchnia szkła stopionego. Przegroda może być wykonana w postaci rury chłodzonej wodą, rozciągającej się w poprzek co najmniej części wanny szklarskiej.

Zaleca się stosowanie przegród o regulowanym położeniu i umieszczenie ich w pobliżu wlotu do przewężenia. Mogą być one jednak w pewnych przypadkach umieszczone wewnątrz przewężenia lub poniżej jego kierunku przepływu masy szklanej. Przegroda może rozciągać się prostopadle do kierunku przepływu masy szklanej przez przewężenie lub też może być pochylona pod innym kątem do kierunku przepływu. Zaleca się umieszczanie mieszadeł w przewężeniu poniżej położenia przegrody, w kierunku przepływu masy szklanej.

W sposobie wytapiania szkła według wynalazku dzięki temu, że reguluje się strumień stopionego szkła, wypływający ze strefy kierowania do strefy ustalania za pomocą wprowadzania zasadniczo poziomej przegrody, poprzez którą jest przepuszczony płyn chłodzący w górnym obszarze stopionej masy. Stopione szkło miesza się w obszarze przyległym do przegrody przez obracanie dwóch lub kilku mieszadeł wokół pionowej osi, przy czym mieszadła są umieszczone w poprzek strumienia stopionego szkła. Mieszadła mogą być obracane tak, że w co najmniej jednym położeniu w czasie każdego obrotu mieszadeł, nie występuje żadna różnica między ustawieniem obrotowym mieszadeł. Alternatywnie dwa mieszadła mogą być obracane w fazach wzajemnie niezgodnych. Mieszanie może

być regulowane przez obracanie co najmniej trzech par mieszadeł ustawionych w szyku pobocznym w poprzek kierunku strumienia, przy czym dwa mieszadła każdej pary są obracane w fazach wzajemnie niezgodnych.

Zaleca się przepuszczanie płynu chłodzącego poprzez mieszadła. Zaleca się także, aby mieszadła pracowały poniżej przegrody w kierunku przepływu szkła. Przegroda o chłodzeniu wodnym współdziałając z mieszadłami, także w chłodzeniu wodnym, w celu poprawienia jakości szkła, działa jako przegroda fizyczna, ograniczająca strumień, co z kolei wpływa na przenoszenie ciepła pomiędzy obszarem stapiania i strefą ustalania w roboczym końcu wanny szklarskiej. Ilość ciepła doprowadzonego do pieca jest ograniczana przez maksymalne temperatury, które mogą wytrzymać obudowa i materiały ogniotrwałe regeneratora. Wynika z tego, że okresy czasu przeznaczone dla każdego z powiązanych procesów topienia, klarowania i ustalania, zależne od temperatur w tych strefach, muszą być ściśle regulowane, jeżeli ma być osiągnięta maksymalna wydajność. Za krótki czas topienia powoduje pozostawienie w wyjściowym produkcie częściowo tylko stopionych materiałów surowcowych, za krótki okres klarowania powoduje zwiększanie pęcherzy w szkłe, a przy zbyt krótkim okresie kondycjonowania niezbędne jest nadmierne chłodzenie, co powoduje powstawanie w topionym szkłe szkodliwych przepływów, prowadzących w następstwie do uszkodzenia jakości optycznej szkła.

W zasadzie piec pracuje w warunkach, w których osiągnąć jest pewien stan równowagi. Użytkuje się to za pomocą stosowanego regulowania gradientów termicznych wzdłuż pieca tak, aby uzyskać ogólne optimum jakości szkła. Materiały do wytwarzania szkła są normalnie podawane do zasypu, w końcu stapiania w wannie szklarskiej. Dolną granicę strefy stapiania w kierunku przepływu masy szklanej wyznacza odpowiednio wysoka temperatura, stwierdzana przy przesuwaniu się od zasypu przez strefę topienia. Przyrost temperatury sterowany jest za pomocą regulacji ogrzewania w tej części wanny szklarskiej.

Przy przechodzeniu poza strefę topienia występuje spadek przyrostu temperatury, gdy szkło podlega klarowaniu. Okresy czasu na topienie i klarowanie mogą być dopasowywane do konkretnego ładunku przez modyfikowanie tych gradientów temperatury. Obecność gradientów temperatury w wannie szklarskiej powoduje występowanie strumieni konwekcyjnych wewnątrz masy szklarskiej. W strefach klarowania i ustalania strumieni kierowany jest w zasadzie do przodu i na zewnątrz, ku ściankom bocznym, w górnych warstwach szkła i zasadniczo w kierunku do tyłu i do środka wanny, w warstwach dolnych.

Głębokość, zarówno strumienia przedniego, jak i powrotnego zależy od ładunku i temperatury. Przez zastosowanie przegrody o chłodzeniu cieczowym możliwe jest regulowanie ilości ciepła przenoszonego przez strumień stopionego szkła do strefy ustalania. Regulacja taka ma na celu zwykle zwiększenie ilości ciepła przeznaczonego dla szkła

przy topieniu i klarowaniu, i tym samym ograniczenie przepływu ciepła do strefy ustalania. Zmiana taka oznacza kolejne zmniejszenie chłodzenia wymaganego, w celu sprowadzenia temperatury szkła w strefie ustalania do temperatury przy której powinno ono opuszczać piec. Regulacje takie, jeśli są konieczne, dokonywane są w zmianach ładunku w wannie szklarskiej, to znaczy przy przyroście lub zmniejszaniu ilości szkła, która ma być wytworzona przez określony czas z wanny szklarskiej.

Regulacja przepływu ciepła między strefą klarowania i strefą ustalania może być realizowana prosto, za pomocą regulacji głębokości, do której przegroda jest zanurzana w szkło na granicy lub w okolicy granicy między dwiema strefami. Przegrodę umieszcza się tak, aby uniemożliwić przepływ szkła górą przegrody, a położenie najniższego punktu przegrody w strumieniu szkła jest wybierane tak, aby regulować przepływ szkła poniżej przegrody i w ten sposób sterować ilości przenieszonego ciepła pomiędzy dwiema strefami. Dla osiągnięcia zadowalającej pracy przy różnych obciążeniach pieca, pożądane jest, aby pionowe położenie przegrody było regulowane tak, aby można było zmieniać głębokość jej zanurzenia w szkło.

Stwierdzono, że przez wprowadzenie przegród lub ograniczeń, na przykład, układu rurek wodnych, w strumieniu stopionego szkła górnych warstw szkła, warstwy te są hamowane i powstają wtórne układy strumieni powrotnych, powyżej i poniżej przegrody. Dzięki temu szkło pozostaje przez dłuższy czas w warstwach górnych powyżej przegród, więcej ciepła jest wprowadzone do szkła i więcej tego ciepła jest utrzymywane w strefie klarowania przy przenoszeniu w zwiększonym strumieniu powrotnym od obszaru przegrody. Jednocześnie mniej ciepła przenosi się ze strefy klarowania do strefy ustalania. Przez regulowanie głębokości i konstrukcji przegrody można regulować przepływ strumienia stopionego tak, aby spełnić różne ograniczenia nakładane przez ładunek i temperaturę.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia wannę w widoku z góry, z uwidocznionym zalecanym położeniem przegrody i układu mieszadeł, fig. 2 — wanna z fig. 1 w przekroju poprzecznym wzdłuż linii X—X, fig. 3 — schematyczny układ mieszadeł z uwidocznionym kierunkiem obrotu, fig. 4 — mieszadło w przekroju poprzecznym, fig. 5 — mieszadło z fig. 4 w innej postaci wykonania, fig. 6 — zestaw przegrody z chłodzeniem wodnym, fig. 7 — schematycznie inny układ mieszadeł z uwidocznionym kierunkiem ich obrotu, fig. 8a—8d — w widoku z dołu pary mieszadeł, które mogą być stosowane zgodnie z rozwiązaniem według wynalazku, fig. 9 — układ mieszania do badań modelowych odpowiadających układowi z fig. 7, fig. 10 — układ mieszania do badań modelowych odpowiadających innemu układowi mieszania z fig. 7, fig. 11 — wykres wyników porównawczych badań układów z fig. 9 i 10, fig. 12 — w przekroju płyta szklana z uwidocznioną niejednorodnością, która w stanie ciekłym

nie była poddana mieszaniu, na fig. 13 — płyta szklana w przekroju z uwidocznioną niejednorodnością po procesie mieszania ciekłego szkła.

Przedstawiony na fig. 1 i 2 piec 10 zawiera wydłużoną wannę szklarską 11 dla utrzymywania stopionego szkła 12. Wanna szklarska ma sklepienie 13, ścianki boczne 14, ścianki końcowe 15 i dno 16, wykonane z odpowiedniego materiału ogniotrwałego. Wsad, z którego ma być wykonane szkło jest dostarczany w znany sposób do wanny poprzez zasyp 18 i jest topiony w strefie 19. Stapiane szkło jest następnie klarowane w strefie klarowania 20 i przechodzi poprzez przewężenie 24 do strefy ustalania 21, w roboczym końcu wanny szklarskiej, w ciągłym procesie obróbki. Szkło jest następnie wyładowywane poprzez kanał wylotowy do operacji kształtowania. Materiał wsadowy wprowadzony do wanny szklarskiej 11 pływa na stopionym szkło 12 i jest unoszony poprzez strefę stapiania 19. Ciepło przekształcające wsad na szkło stopione, w strefie stapiania 19, dostarczane jest palnikami zamontowanymi wewnątrz lub w pobliżu otworów 23, otwartych w kierunku stref stapiania i klarowania 19 i 20, usytuowanymi nad poziomem szkła stopionego 12 po przeciwległych stronach pieca. Przegroda 27 o chłodzeniu wodnym (fig. 1) znajduje się przy wlocie do przewężenia 24.

Przegroda jest wykonywana w postaci pary cienkich, ostro zgiętych rurek o chłodzeniu wodnym, które mogą być na przykład takie jak na fig. 6. Rurki są ustawione na wysokości powyżej dna wanny szklarskiej tak, aby znajdowały się w górnym obszarze strumienia stopionego szkła w obszarze przewężenia. Dzięki temu przegroda reguluje strumień powierzchniowy topionego materiału płynący w kierunku przewężenia. Górna powierzchnia rurek może w pewnych przypadkach wystawać nad powierzchnię szkła, lub alternatywnie górna powierzchnia może leżeć w tej samej płaszczyźnie co powierzchnia szkła. W celu zmiany wpływu przekroju na przepływ do obszaru przewężenia, przegroda jest regulowana w pionie tak, że możliwa jest zmiana głębokości zanurzenia przegrody w stopionym szkło. Rurki mogą być umocowane na regulowanej podstawie 30 po obydwu stronach wanny szklarskiej (fig. 6).

Według układu z fig. 6 przegroda składa się z dwóch ostro zgiętych zestawów rurek 27a i 27b, które wystają z przeciwnych boków wanny szklarskiej. Chociaż na fig. 6 górny i dolny ciąg rurek przedstawione są jako wzajemnie równoległe do siebie i do powierzchni szkła, w innych przykładach wykonania dolny odcinek wznosi się do góry lub jest pochylony do dołu w kierunku środka przegrody przewężenia. Poniżej przegrody znajduje się sześć mieszadeł 28 umieszczonych na drodze strumienia przedniego poprzez obszar przewężenia.

Mieszadła znajdują się w układzie pobocznym tak, że rozciągają się w poprzek przewężenia i jak pokazano na fig. 2 mieszadła obracane są wokół osi pionowej przez silnik napędowy 31. W konkretnie przedstawionym przykładzie trzy pary mieszadeł 28 znajdują się w środkowej części obszaru

przewężenia i są rozmieszczone symetrycznie w stosunku do środkowej osi przepływu strumienia poprzez przewężenia. Każde mieszadło zamontowane jest na wałku obrotowym 32 wystającym przez dach 13 pieca do stapienia.

Górne końce wałków 32 są połączone poziomym wałkiem napędowym do silnika napędowego 31, który jest przystosowany do obracania mieszadeł z tą samą prędkością. Każde mieszadło posiada na dolnym końcu skrzydełko lub łopatkę, przy czym łopatki są umieszczone w strumieniu przednim szkła i ledwie sięgają do strumienia powrotnego, w dolnej połowie wanny szklarskiej. W układzie według fig. 3 skrzydełka na każdym mieszadle są ułożone równolegle względem siebie, a środki napędowe są zestawione tak, że wszystkie mieszadła obracane są w tym samym kierunku i z tą samą prędkością, przez co utrzymywane są w fazie zgodnej względem siebie.

Istnieje możliwość stosowania mieszadeł, które nie posiadają skrzydełek lub łopatek. W tym przypadku mieszadła mogą być wykonane w postaci cylindrycznej. Alternatywne kształty skrzydełek lub łopatek, które można stosować na mieszadłach przedstawiono na fig. 8a do 8d. Przedstawiają one schematycznie alternatywne układy członów wieloskrzydłowych, z których każdy tworzy jedną parę mieszadeł.

Mieszadła zawierające skrzydełka pokazane są na fig. 8a do 8d, i posiadają chłodzenie wodne. Dwie alternatywne konstrukcje przedstawiono na fig. 4 i 5. W urządzeniu na fig. 4 mieszadło składa się z ramki pustej w środku, utworzonej z rurki 36, której wlot 37 styka się z wylotem 38. Można stosować rurkę ze stali nierdzewnej. Fig. 5 przedstawia taką samą konstrukcję, przy czym obszar wewnętrzny otoczony ramką zamknięty jest przez środkową płytkę 35, wykonaną z materiału odpornego na niszczące działanie stopionego szkła na przykład molibdenu. W obydwu przypadkach woda chłodząca przepuszczana jest w sposób ciągły poprzez rurkę ramki, przy obracaniu mieszadłami.

Jak już wspomniano mieszadła mogą być obracane w układzie zgodnym w fazie jak pokazano na fig. 3. W takim przypadku wszystkie mieszadła mogą być obracane w tym samym kierunku jak pokazano na fig. 3 lub alternatywnie mogą być one obracane w kierunkach przeciwnych pod warunkiem, że nie występuje żadna różnica kątową pomiędzy ustawieniami obrotowymi mieszadeł, przynajmniej w jednym położeniu w każdym obrocie mieszadeł. Alternatywnie można zestaw dobrać tak, że mieszadła są obracane niezgodnie w fazie i przykład takiego rozwiązania jest przedstawiony na fig. 7 oraz fig. 8a do 8d.

Na fig. 7 mieszadła są rozmieszczone w szyku pobocznym w poprzek szerokości wanny szklarskiej, zasadniczo prostopadle do kierunku strumienia, a odległość między sąsiednią parą mieszadeł jest równa podwójnej odległości między mieszadłami każdej pary. W tym przypadku odległość pomiędzy osiami dwóch mieszadeł w każdej parze wynosi 32,5 cm, podczas gdy odległość pomiędzy

osiami sąsiednich mieszadeł różnych par wynosi 65 cm. Jak przedstawia fig. 7 każde mieszadło jest ustawione tak, że obraca się w przeciwnym kierunku do sąsiedniego mieszadła bez względu na to, czy sąsiednie mieszadło znajduje się w tej samej parze mieszadeł. Każde mieszadło na fig. 7a do 8d posiada skrzydełka lub łopatki, które nie są jednorodne względem osi obrotu, a kolejne mieszadła mogą być ustawione zgodnie w fazie lub alternatywnie niezgodnie w fazie.

Według układu przedstawionego na fig. 8a do 8d mieszadła ustawione są niezgodnie w fazie i w konkretnym przypadku mieszadła z podwójnymi skrzydełkami na fig. 8a są przesunięte o 90° w fazie, mieszadła z potrójnymi skrzydełkami na fig. 8c są przesunięte w fazie o 60° , a mieszadła czteroskrzydłkowe na fig. 8d są przesunięte w fazie o 45° . Na fig. 8b mieszadła mają zasadniczo tylko po jednym skrzydełku, zamocowanym ekscentrycznie na wałku i są przesunięte względem siebie w fazie o 90° . W układzie z pojedynczym skrzydełkiem, skrzydełko to może być całkowicie odsunięte od osi obrotu za pomocą poziomego ramienia łączącego skrzydełko z wałkiem mieszadła.

Według fig. 2 stopione szkło krąży w wannie szklarskiej zanim przejdzie poprzez obszar przewężenia 24. Górna warstwa masy stopionego szkła płynie w kierunku roboczego końca 21, natomiast dolna warstwa tej masy posiada przepływ zwrotny w kierunku końca stapienia. W wannie występuje linia neutralna 33. Dla przebiegu procesu jest ważne, aby mieszadła 28 powodowały zmniejszenie grubości (warstw) szkła w płaszczyźnie poziomej. W związku z tym konieczne jest ograniczenie obszaru do którego mieszadła są zanurzone w szkło i w opisywanym wykonaniu mieszadła przecinają zaledwie linię neutralną 33. Dzięki temu nie oddziałują one w sposób znaczny na szkło, które przepływa wzdłuż toru zwrotnego w kierunku końca stapienia. Mieszadła są tak ukształtowane, że ich obrót powoduje jedynie ruch szkła do przodu w poprzek, natomiast nie wywołuje żadnej istotnej składowej pionowej ruchu w szkło. Jak przedstawiono na fig. 1 przegroda rozciąga się poziomo, na pełną szerokość obszaru przewężenia wanny szklarskiej, a dwie połówki przegrody są pochylone do kierunku poprzecznego wanny szklarskiej.

W konkretnym opisanym przypadku dwie połowy przegrody są pochylone tak, że środkowy obszar przegrody znajduje się bliżej końca zasilającego wanny szklarskiej. Przegroda może być jednak ustawiona z innym pochylem i w pewnych przypadkach może rozciągnąć się prostopadle do kierunku przepływu. Stwierdzono, że układ niejednorodnych warstw szkła i różnice natężenia lub składu pomiędzy warstwami zmieniają się, poprawiając jakość optyczną produktu końcowego, przy przepuszczaniu szkła w strefie klarowania 20, do obszaru przewężania 24 wanny szklanej, pod barierą 27 o chłodzeniu wodnym, i następnie mieszaniną szkła płynącego w kierunku do przodu za pomocą mieszadeł 28 chłodzonych wodą.

W celu oszacowania wpływu pracy mieszadeł, w

zgodnej fazie lub w fazie niezgodnej, przy różnych wykonaniach wynalazku wykonano model wanny szklarskiej do topienia szkła. Model jest wykonany w skali 1/15 według układu na fig. 1, a płyn zastosowany w wannie szklarskiej stanowił olej ry-cynowy.

Skuteczność mieszania określono jako stosunek całkowitej długości rozciągniętego śladu barwnego po przejściu przez mieszadła, do długości śladu pierwotnego, który został wprowadzony powyżej mieszadeł w linii przepływu cieczy. Dla przykładu z fig. 9, jeżeli „N” jest liczbą wierzchołków po jednej stronie rozciągniętego śladu po operacji mieszania, a „y” jest średnią ich szerokością, natomiast „x” jest pierwotną długością śladu przed operacją mieszania, to skuteczność mieszania wyznacza się jako:

$$\frac{\text{całkowita długość śladu po mieszaniu}}{\text{długość pierwotnego śladu przed mieszaniem}} = \frac{2N \cdot y}{x}$$

Jak można stwierdzić z fig. 9 i fig. 10, reprezentujących odpowiednio mieszanie niezgodne w fazie i zgodne w fazie, ślady barwne tworzą liniowe ścieżki 30 prowadzące do mieszadeł, lecz przy przejściu przez mieszadła część śladu tworzy wyraźnie układ zygzakowaty, reprezentujący zasadniczo rozciąganie i zmianę kierunku śladu pierwotnego. Im większa jest skuteczność mieszania tym większy jest stopień rozciągania i tym mniejsza ilość śladów liniowych przechodzi bezpośrednio przez mieszadła bez zmiany kierunku. Z rysunku widać bezpośrednio, że przy mieszaniu zgodnym w fazie występuje mniejszy zakres rozciągania — fig. 10, niż przy mieszaniu przesuniętym w fazie o 90°, fig. 9.

Wyniki różnych badań modelowych, przy różnych prędkościach obracania mieszadeł pokazanych na fig. 8a, wykreślono na fig. 11. Krzywa oznaczona A przedstawia wyniki rozciągania uzyskane przy ustawieniu mieszadeł w każdej parze z przesunięciem fazowym 90°, a krzywa B przedstawia rozciąganie, gdy mieszadła w każdej parze pracowały zgodnie w fazie. Jak widać lepsze wyniki rozciągania warstw uzyskuje się przy zastosowaniu mieszadeł pracujących z przesunięciem fazy.

Typ regulacji, która może być uzyskana przez zmianę głębokości i konstrukcji przegrody, można zilustrować porównaniem wyników uzyskiwanych przy kilku rodzajach przegród w wannie szklarskiej, pracującej z wydajnością 2000 ton na tydzień. Zastosowano różnorodne przegrody, jak na przykład przegrodę w postaci pary rurek w układzie „U” szpilki do włosów. Rurki posiadają średnicę zewnętrzną 88,9 mm i otwór o średnicy 76,2 mm oraz szczelinę o wielkości 25 mm pomiędzy ramionami układu „U” rurek. Głębokość przegrody wynosiła 200 mm. Ta wielkość przegrody nie miała żadnego wpływu na pracę wanny szklarskiej, z punktu widzenia zatrzymywania ciepła w strefie klarowania.

Stosując przegrodę utworzoną z par rur stanowiącej przekrój prostokątny o wymiarach 124 × 25,4 mm posiadających szczelinę o wielkości 25,4 mm oraz głębokość zanurzenia przegrody 279 mm. Przy takim kształcie przegrody zaobserwowano wpływ przegrody na równowagę cieplną w roboczym końcu wanny szklarskiej. Całkowita ilość ciepła podana przez parę rurek wodnych wynosiła 23 jednostki na godzinę (w przybliżeniu jedna jednostka stanowi ilość równoważną ciepłu usuwanemu przez 1000 metrów sześciennych powietrza chłodzącego na godzinę).

Zmniejszenie ilości chłodzącego powietrza wymaganego poniżej przegrody, w rezultacie zastosowania rurek wodnych, wyniosło około 3000 metrów sześciennych na godzinę, co wykazuje, że ta ilość ciepła jest zatrzymywana powyżej zapory. W kolejnym przykładzie zastosowano przegrodę z par rur stanowiącej przekrój prostokątny o wymiarach 178 × 50 mm o głębokości 375 mm zanurzenia. Układ ten nie wpłynął na zwiększenie ogólnej ilości ciepła pobieranego przez przegrodę, ale wpłynął na dalszą znaczną redukcję ilości chłodzonego powietrza, wymaganego poniżej przegrody. Stało się to dzięki temu możliwe zmniejszenie zużycia paliwa. Za pomocą prostej zmiany wymiarów rurek, stosowanych do przepuszczania wody można osiągnąć zmianę głębokości, która jest wymagana dla dostosowania się do różnych ograniczeń nakładanych przez obciążenie i temperaturę.

Przy zmianach głębokości przegrody, jest bardzo ważne zapewnienie, aby strumień przepływającego do przodu szkła, przechodzącego pod przegrodą, nie dostawał się także pod mieszadła. Położenie i głębokość mieszadeł powinna być regulowana tak, aby zapewnić mieszanie całego szkła, które jest ewentualnie wyładowywane do procesów kształtowania.

Wpływ zastosowania przegrody i mieszania jest najwyraźniej widoczny z układu warstw w przekroju poprzecznym wstęgi szklanej, pobranej przed — i po operacji mieszania. Układy te uwidocznione są odpowiednio na fig. 12 i 13. Jak widać układ warstw po operacji mieszania na fig. 13 jest bardziej laminarny. W celu utrzymania optymalnego układu warstw przy różnych ładunkach wanny szklarskiej, jest bezwzględnie konieczna każdorazowa zmiana głębokości przegrody 27 o chłodzeniu wodnym, po każdej zmianie obciążenia.

Oczywistym jest, że na przykład zamiast stosowania sześciu mieszadeł pokazanych na fig. 3 i 7, można zastosować cztery, pięć, sześć mieszadeł i większą ich liczbę, w układzie pobocznym w poprzek przewężenia, a także zastosować więcej niż jeden zespół mieszadeł. Można zmieniać układ mieszadeł, a także odległość między nimi. Jest jednak pożądane utrzymywanie układu symetrycznego w stosunku do środkowej linii strumienia (przepływu) poprzez obszar przewężenia. Łopatki mogą być zamontowane centralnie na osi obrotu mieszadeł. Alternatywnie łopatki lub skrzydełka mogą być montowane ekscentrycznie na wałku obrotowym podtrzymującym skrzydełka.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytapiania szkła obejmujący podawanie wsadu do jednego końca wanny szklarskiej do topienia szkła, stapianie wsadu w strefie stapiania wanny szklarskiej i klarowanie stopionego szkła w obszarze klarowania, zanim szkło przejdzie do strefy ustalania w roboczym końcu wanny szklarskiej, z którego stopione szkło jest odprowadzane z wanny, regulowanie strumieniem przepływu stopionego szkła ze strefy klarowania do strefy ustalania za pomocą wprowadzenia w przybliżeniu poziomej przegrody, poprzez którą jest przepuszczany płyn chłodzący, **znamienny tym**, że strumień powierzchniowego przepływu ciekłego szkła ze strefy rafinacji do strefy kondycjonowania reguluje się poziomą przegrodą z kanałem dla cieczy chłodzącej, którą umieszcza się w górnej strefie ciekłego szkła oraz mieszaniem ciekłego szkła w obszarze przewężenia, przy czym stosuje się dwa lub kilka wprowadzonych w ruch obrotowy wokół pionowej osi mieszadeł usytuowanych obok siebie w poprzek kierunku przepływu strumienia szkła.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się zmianę położenia mieszadeł poprzez ich obrót w co najmniej jednym położeniu, przy każdym obrocie mieszadeł i zapewnia się im jednakowe położenie katowe.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że mieszadła obraca się w tym samym kierunku, z tą samą prędkością i w zgodnej wzajemnie fazie.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mieszadła obracają się w niezgodnej względem siebie fazie.

5. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że mieszadła obraca się z tą samą prędkością w kierunkach przeciwnych.

6. Sposób według zastrz. 1, albo 4, albo 5, **znamienny tym**, że mieszadła chłodzi się wodą przez przepuszczenie wody chłodzącej poprzez co najmniej część każdego mieszadła.

7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ustawia się przegrodę dla regulowania i kontroli napływu ciekłego szkła do obszaru przewężenia wanny szklarskiej.

8. Wanna szklarska do wytapiania szkła, w której wsad topi się w sposób ciągły w strefie stapiania, a stopione szkło jest następnie klarowane w strefie klarowania, przed osiągnięciem końca wanny i rozładowaniem do operacji kształtowania, zawierająca przegrodę, o chłodzeniu cieczowym, ustawioną poziomo w poprzek co najmniej części

szerokości wanny, na drodze strumienia stopionego szkła, w kierunku końca roboczego oraz wiele mieszadeł usytuowanych obok siebie w poprzek kierunku przepływu szkła, przeznaczonych do mieszania szkła w pobliżu przegrody, **znamienna tym**, że usytuowana nad dnem wanny w górnej strefie ciekłego szkła przegroda (27) dla kontroli jego napływu ma w bliskim jej obszarze usytuowane obrotowe wokół pionowej osi mieszadła (28) połączone z napędem (31), posiadające łopatki o ukształtowanej powierzchni natarcia zgodnie z kierunkiem przepływu strumienia powierzchniowego ciekłego szkła.

9. Wanna według zastrz. 8, **znamienna tym**, że ma usytuowane, zanurzone w strumieniu powierzchniowym ciekłego szkła łopatki lub członki łopatkowe mieszadeł (28).

10. Wanna według zastrz. 9, **znamienna tym**, że mieszadła (28) z napędem (31) stanowią układ posiadający ustawienie katowe łopatek, które co najmniej w jednym położeniu przy każdym obrocie mieszadeł znajduje się w jednakowym położeniu katowym.

11. Wanna według zastrz. 10, **znamienna tym**, że układ mieszadeł (28) posiada kierunek obrotów w fazie zgodnej względem siebie.

12. Wanna według zastrz. 9, **znamienna tym**, że mieszadła (28) z napędem (31) stanowią układ posiadający kierunek obrotów mieszadeł (28) w fazie niezgodnej w stosunku do siebie.

13. Wanna według zastrz. 11 albo 12, **znamienna tym**, że mieszadła (28) korzystnie są chłodzone strumieniem cieczy chłodzącej przepływającej co najmniej przez część każdego mieszadła.

14. Wanna według zastrz. 8, **znamienna tym**, że przegroda (27) jest umieszczona w przewężeniu (24) lub w pobliżu przewężenia w wannie.

15. Wanna według zastrz. 14, **znamienna tym**, że przegroda (27) jest osadzona nastawnie dla regulacji zanurzenia w stopionym szkłe.

16. Wanna według zastrz. 15, **znamienna tym**, że przegroda (27) zawiera co najmniej jedną rurkę do chłodzenia wodnego.

17. Wanna według zastrz. 16, **znamienna tym**, że przegroda (27) zawiera co najmniej jedną rurkę o kształcie „U” dla chłodzenia wodnego z dwoma poziomymi ramionami (27a, 27b), przy czym jedno znajduje się nad drugim.

18. Wanna według zastrz. 17, **znamienna tym**, że przegroda (27) jest osadzona w pobliżu wlotu do przewężenia (24), a mieszadła (28) zmontowane są poniżej przegrody w kierunku przepływu strumienia szkła.

Fig. 1.

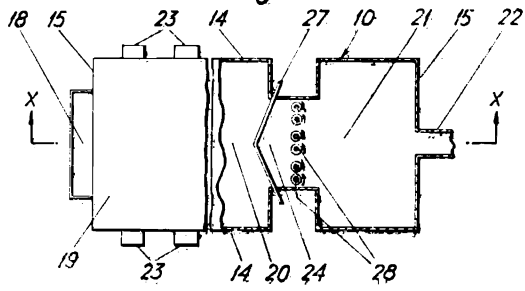


Fig. 2.

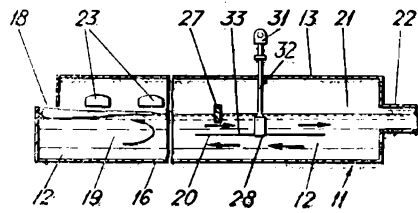


Fig. 3.

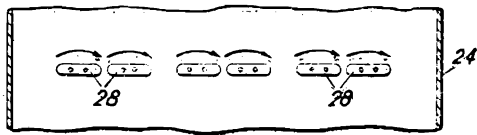


Fig. 4.

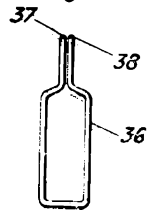


Fig. 5.

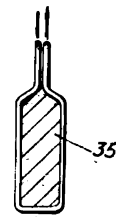


Fig. 6.

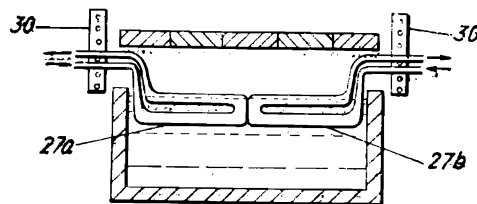


Fig. 12.



Fig. 13.



Fig 7.

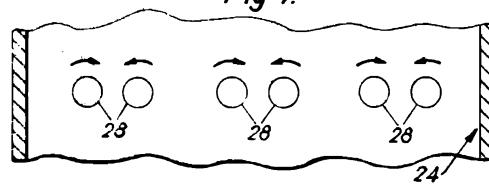


Fig. 8a.



Fig. 8c.



Fig. 8b.



Fig. 8d.



Fig. 10.

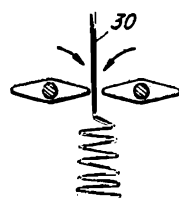


Fig. 9.

