



Patent dodatkowy
do partentu nr _____

Zgłoszono: 01.06.1971 (P. 148557)

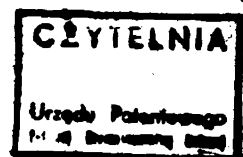
Pierwszeństwo: 04.06.1970 Wielka Brytania

Zgłoszenie ogłoszono: 05.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 30.03.1976

MKP. C03b 18/02

Int. Cl.² C03B 18/02



Twórca wynalazku: George Alfred Dickinson

Uprawniony z patentu: Pilkington Brothers Limited, Liverpool (Wielka
Brytania)

Sposób wytwarzania szkła płaskiego oraz urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania szkła płaskiego metodą float, zwłaszcza cienkiego szkła płaskiego o grubości rzędu 3 do 1,5 mm.

Przedmiotem wynalazku jest ponadto urządzenie do wykonywania tego sposobu.

Zmiany grubości wstęgi szkła wytwarzanego metodą float, zależne są między innymi czynnikami od wielkości siły, z jaką szkło jest ciągnięte za pomocą napędzanych wałków, które odbierają wstęgę szkła przy wylocie zbiornika zawierającego kąpiel ciepłego metalu, wzdłuż której to szkło jest przesuwane. Wielkość stosowanej siły ciągnącej i wartość temperatury, zarówno jak i ilość wytwarzanego szkła na jednostkę czasu, warunkują rozmiary, wstęgi produkowanego szkła, przy czym ilość produkowanego szkła określa się zwykle w tonach na tydzień.

W celu otrzymania szkła cienkiego, reguluje się jego temperaturę w czasie przesuwu wstęgi tak aby w czasie tego przesuwu zmniejszyć lepkość szkła. Jeżeli jednocześnie zwiększy się prędkość odbierania szkła, wtedy uzyskuje się szkło cieńsze.

Znany jest sposób wytwarzania szkła metodą float, w którym uzyskuje się szkło o grubości około 3 mm, przez przyspieszenie odbioru wstęgi szkła, przy czym wstęgę szkła płynącą na kąpeli ciepłego metalu, chłodzi się dla zwiększenia lepkości szkła a następnie usztywnione szkło chwyta się za pomocą wałków brzegowych. Zaciśniętą pomiędzy wałkami wstęgę naprężonego szkła ogrzewa

2

się ponownie a następnie zwiększając szybkość odbioru, uzyskuje się żadaną grubość.

Znany jest ponadto sposób wytwarzania szkła metodą float, w którym uzyskuje się szkło o grubości 1,5 mm lub nawet jeszcze mniejszej. Na kąpiel metalową doprowadza się stosunkowo dużą ilość ciepłego szkła, które następnie z dużą szybkością jest przeprowadzane przez tę kąpiel. Stosuje się przy tym takie wielkości temperatury, aby utrzymać szkło w stanie odkształcalnym w obszarze jego rozszerzania się wzdłużnego, w którym szkło jest rozrzedzone, przy czym lepkość zwiększa się aż do najwyższej lepkości końcowej.

Na obrzeża tworzącej się wstęgi szkła działają siły w kierunku poprzecznym i podłużnym, za pomocą których reguluje się prędkość przesuwu szkła. Ponadto reguluje się siły, występujące na powierzchni styku metalu i szkła, przeciwdziałające sile, z jaką szkło jest odprowadzane na zewnątrz. W dalszej części zbiornika zwiększa się prędkość przepływu szkła aż do jego prędkości końcowej, dzięki czemu reguluje się wielkość sił występujących na powierzchni styku ciepłego metalu i szkła, podczas rozrzedzania szkła. Działanie złożonych sił na obrzeża wstęgi szkła, na powierzchni styku pomiędzy metalem a szkłem oraz siły ciągnięcia na końcowej części wstęgi szkła zapewnia dokładną regulację rozrzedzania szkła i tym samym otrzymanie szkła o żądanej grubości.

Dla otrzymania cienkiego szkła o grubości na przykład 1,5 mm lub 2 mm konieczne jest znaczne przyspieszenie przepływu rozrzedzonej wstęgi szkła. Prędkość przepływu szkła podczas jego rozrzedzania zwiększa się trzy lub więcej razy. Jeżeli prędkość przepływu szkła w końcowej części zbiornika zwiększy się na przykład do 40 m/min, przesuwająca się wstęga szkła powoduje przepływ metalu w kierunku końcowej części zbiornika zawierającej metal o najniższej temperaturze, który z kolei płynie wzdłuż dna i boków do części wlotowej zbiornika, gdzie znajduje się rozrzedzone szkło.

~~Podczas przepływu~~ szkła do końcowej części zbiornika jego lepkość stopniowo wzrasta aż do takiej wartości, że szkło uzyskuje odpowiednią sztywność i nie występują żadne odchylenia jego wymiarów ani zniekształcenia przy uzyskiwaniu wymaganej grubości.

Stosowanie dużych prędkości przepływu wstęgi szkła a tym samym i płynięcie metalu wywołuje miejscowe zmiany temperatury na powierzchni kąpieli metalowej, podtrzymującej warstwę szkła. Te miejscowe zmiany temperatury mogą powodować zniekształcenia dolnej powierzchni wstęgi szkła.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie tych niedogodności i uzyskanie szkła o gładkiej powierzchni i grubości na przykład 2 mm, które nadawałoby się do laminowania przy wytwarzaniu przednich szyb samochodowych.

Sposób według wynalazku wytwarzania szkła metodą float, w którym wstęga szkła jest przesuwana wzdłuż kąpieli ciekłego metalu pod działaniem elementów ciągnących, działających na końcową część produkowanego szkła, przy czym prowadzi się rozrzedzanie szkła przy kontrolowaniu jego lepkości, charakteryzuje się tym, że utrzymuje się jednolitą temperaturę kąpieli metalowej na powierzchni styku metalu i szkła w miejscu, gdzie lepkość szkła wynosi $10^{5,25}$ do $10^{6,75}$ puazów. Utrzymanie w tej części zbiornika jednolitej temperatury na powierzchni kąpieli metalowej zmniejsza do minimum zniekształcenia dolnej powierzchni wytwarzanego szkła.

Ponadto sposób wytwarzania szkła według wynalazku o grubości rzędu 1,5 do 2,5 mm, w którym ciekłe szkło w odmierzonej ilości wylewa się na kąpiel metalową w postaci warstwy, która rozpływa się w kierunku poprzecznym na kąpieli metalowej, przy czym stosuje się elementy odprowadzające końcową część wstęgi uformowanego szkła, które powodują przepływ wstęgi szkła wzdłuż kąpieli, którą to wstęgę ochładza się i usztywnia a następnie ogrzewa ponownie w celu rozrzedzenia szkła, charakteryzuje się tym, że powtórne ogrzewanie prowadzi się aż do uzyskania lepkości $10^{5,25}$ do $10^{6,75}$ puazów a następnie ustala się w tym miejscu kąpieli jednolitą temperaturę metalu w celu zmniejszenia do minimum odkształceń dolnej powierzchni szkła, bardzo podatnego przy tej lepkości na odkształcenia.

Jednolitą temperaturę uzyskuje się najkorzystniej przez tworzenie mieszanych prądów w ciekłym metalu. Prądy te są wytwarzane przez induk-

cję elektromagnetyczną i przebiegają poprzecznie do osi podłużnej zbiornika.

Wytwarzanie mieszanych prądów w ciekłym metalu w strefie rozrzedzania szkła, zapobiega tworzeniu się zniekształceń na dolnej powierzchni cienkiego szkła. Ponadto stosuje się ścianki powodujące płynięcie ochłodzonego metalu z końca wylotowego zbiornika do strefy rozrzedzania szkła oraz przepływ metalu w poprzek kąpieli.

Urządzenie według wynalazku zawiera zbiornik kąpieli metalowej, którego część wylotowa jest węższa niż część wlotowa, wskutek czego wstęga rozrzedzonego szkła jest przesuwana wzdłuż przewężenia poprzecznego zbiornika, a następnie jest chłodzona przed odprowadzeniem na zewnątrz. W strefie przewężenia poprzecznego zbiornika kąpieli metalowej metal płynie poprzecznie w stosunku do osi podłużnej zbiornika a ochłodzony metal z części wylotowej przepływa do strefy przewężenia.

Urządzenie według wynalazku składa się z wydłużonego zbiornika zawierającego kapiel metalową, elementów do doprowadzania regulowanej ilości ciekłego szkła na kapiel metalową i do przesuwania tego szkła w postaci wstęgi wzdłuż kąpieli, z regulatorów termicznych służących do utrzymywania lepkości szkła w granicach $10^{5,25}$ do $10^{6,75}$ puazów, oraz z elementów do odprowadzania końcowej części produkowanego szkła. Ponadto urządzenie według wynalazku jest wyposażone w elementy elektromagnetyczne, zamocowane wewnątrz zbiornika ponad wstęgą przesuwającego się szkła, poprzecznie do osi podłużnej kąpieli oraz w elementy do regulowania elementów elektromagnetycznych w celu wywoływania mieszanego przepływu metalu w tej części zbiornika.

Urządzenie według wynalazku zawiera elementy chłodzące do usztywniania wstęgi szkła dla umożliwienia uchwycenia jej przez pierwszą parę brzegowych wałków prowadzących, regulatory termiczne służące do ponownego ogrzewania szkła oraz następną parę wałków prowadzących, przy czym elementy elektromagnetyczne są zamocowane pomiędzy pierwszą a drugą parą wałków prowadzących. Elementy elektromagnetyczne stanowią najkorzystniej silniki indukcyjne.

Wylotowa część zbiornika jest zwężona do szerokości nieco większej niż szerokość końcowej części wstęgi szkła i posiada ukośne występy uformowane w bocznych ścianach zbiornika. Występy te łączą węższą wylotową część zbiornika z szeroką częścią wlotową. Na tych występach zamocowane są dwa silniki indukcyjne ukośnie w stosunku do osi podłużnej zbiornika. Z występów wystają w pobliżu silników indukcyjnych ścianki sięgające wzdłuż całej głębokości kąpieli. Silniki indukcyjne są połączone z elementami regulacyjnymi, które służą do powodowania przepływu ciekłego metalu od środka na boki kąpieli w tym miejscu zbiornika, w którym znajdują się występy.

Zbiornik jest zaopatrzony jeszcze w następną parę silników indukcyjnych, zamocowanych przy występach ścian bocznych i zaopatrzonych również w elementy regulacyjne do powodowania przepływu metalu od środka na boki.

Przy zastosowaniu sposobu i urządzenia według

wynalazku wytwarza się szkło o grubości rzędu 1,5 do 2,5 mm.

Przedmiot wynalazku jest wyjaśniony bliżej na podstawie przykładów wykonania, przedstawionych na rysunku, na którym fig. 1 pokazuje w widoku z góry zbiornik zawierający ciekłą kąpiel metalową do wytwarzania szkła metodą float, fig. 2 — przekrój wzdłuż linii II — II na fig. 1, fig. 3 — inny przykład rozwiązania zbiornika z kąpielą metalową w widoku z góry, fig. 4 — następny przykład rozwiązania zbiornika z kąpielą metalową w widoku z góry, fig. 5 — przekrój wzdłuż linii V — V na fig. 4, i fig. 6 przedstawia jeszcze jeden przykład rozwiązania urządzenia według wynalazku.

Zbiornik zawierający kąpiel metalową składa się ze ścian bocznych 1, czołowej ścianki 2, przy której znajduje się wlot do zbiornika oraz z czołowej ścianki 3, przy której znajduje się wylot. Kształt geometryczny zbiornika jest przystosowany do wytwarzania wstęgi szkła o maksymalnej szerokości, w stosunku do wymiarów zbiornika, która to wstęga szkła jest wytwarzana przez swobodne płynięcie szkła na kąpieli metalowej.

Ciekłe szkło sodowo-wapniowo-kwarcowe wylewa się na kąpiel metalową, zwykle stopioną cynę przy końcu wlotowym zbiornika, poprzez wlew 4. Ilość wylanego szkła jest regulowana za pomocą elementu 5 i wynosi około 1960 ton na tydzień.

Kąpiel metalowa 6 jak i sklepienie zbiornika ponad kąpielą są wyposażone w regulatory temperatury, nie pokazane na rysunku. Temperatura w części wlotowej zbiornika jest taka, że ciekłe szkło 7 wpływające na kąpiel jest przystosowane do swobodnego rozplinięcia się w kierunku poprzecznym w pierwszej części zbiornika.

Stosowanie odpowiednich wartości temperatury wzdłuż długości zbiornika z kąpielą metalową umożliwia utrzymanie szkła w stanie odkształcalnym podczas jego przepływu i tworzenia się wstęgi szkła, przy czym szkło doprowadza się stopniowo do coraz większego rozrzedzenia a jednocześnie zwiększa się szybkość jego odprowadzania. W górnej części zbiornika, ponad kąpielą jest utrzymywana atmosfera ochronna.

Po wylaniu na kąpiel metalową szkło 7 rozplywa się na tej kąpieli na szerokości około 4,5 m. Temperatura szkła wynosi około 990°C, a jego grubość około 7 mm, przy uzyskaniu maksymalnego rozplinięcia się szkła na szerokość.

Warstwa stopionego szkła na kąpieli metalowej tworzy wstęgę, przy czym wstęga ta formuje się przy niskiej lepkości szkła, wynoszącej około $10^{4,8}$ puazów. Szkło jest stopniowo chłodzone podczas jego wstępnego przepływu wzdłuż kąpieli i lepkość jego powoli wzrasta, wzdłuż długości wstęgi. Siła ciągnąca wstęgę szkła wzdłuż kąpieli metalowej jest przenoszona na końcową część 9 wstęgi za pomocą wałków 10, które odprowadzają wytworzone szkło na zewnątrz zbiornika. W pierwszym etapie wytwarzania szkła, gdy szkło to ma stosunkowo niską lepkość, obrzeża tworzącej się wstęgi są prowadzone za pomocą górnych wałków 11, zamocowanych na wałach 12, połączonych z silnikami napędowymi 13, które są wmontowane w

boczne ściany 1 zbiornika. Moletowane wałki 11 grafitowe, ze stali nierdzewnej lub też z miękkiej stali są chłodzone wewnątrz wodą i ustawione ukośnie pod kątem 5°.

W tej części zbiornika temperatura szkła wynosi około 900°C, a prędkość uzyskiwana za pomocą napędzanych wałków obrotowych wynosi 2,42 m/min. Na obrzeża tworzącej się wstęgi działają siły w kierunku wzdłużnym i na zewnątrz. Siły działające na zewnątrz zapobiegają ewentualnym ubytkom szerokości wstęgi. W tej części zbiornika rozpoczyna się już niewielkie rozrzedzenie wstęgi szkła.

Następne pary wałków 14, 15 i 16 rozmieszczone wzdłuż kąpieli są osadzone odpowiednio na wałach 17, 18 i 19, napędzanych za pomocą silników 20, 21 i 22,

Wałki 14 są ustawione pod kątem 8° i napędzają szkło z prędkością 3,33 m/min. Wałki 15 są ustawione pod kątem 8° i napędzają szkło z prędkością 4,00 m/min. Wałki 16 są ustawione pod kątem 10° i napędzają szkło z prędkością 4,83 m/min.

Przez zastosowanie zespołu wałków zapobiega się ubytkom szerokości wstęgi szkła, przy czym prędkość przepływu szkła zwiększa się od około 2,42 m/min. do 4,83 m/min. Podczas przejścia szkła pod wałkami 16 jego temperatura wynosi około 845°C, co odpowiada lepkości $10^{5,6}$ puazów. Grubość szkła wynosi około 4,5 mm.

Końcowa część 9 wstęgi szkła o grubości 3 mm i szerokości 2,6 m jest wyładowywana z kąpieli za pomocą wałków 10 z prędkością 9,25 m/min. Zastosowanie tak dużej prędkości przy wyładowywaniu szkła w stosunku do poprzedniej prędkości przesuwu wstęgi na kąpieli powoduje zmniejszenie grubości szkła do 3 mm. Rozrzedzenie szkła uzyskuje się przez reakcję zachodzącą na powierzchni przylegania ciekłego metalu i wstęgi szkła prowadzonej za pomocą górnych wałków prowadzących 11, 14, 15 i 16.

Podczas rozrzedzania szkła zostaje ono nieco ochłodzone do temperatury około 800°C, a lepkość wzrasta do około $10^{6,5}$ puazów. W tym miejscu cienkie szkło jest szczególnie podatne na odkształcenia, zwłaszcza dolna powierzchnia wstęgi szkła, która odprowadzana jest z dużą prędkością. Wpływa na to niejednorodność termiczna podpierającej powierzchni kąpieli metalowej. Dla przeciwdziałania miejscowym zmianom temperatury na powierzchni kąpieli metalowej, we wnętrzu zbiornika, ponad wstęgą szkła w miejscu, w którym lepkość szkła wynosi od $10^{5,25}$ do $10^{6,75}$ puazów, wmontowane są dwa silniki indukcyjne 23 i 24. Silniki te są chłodzone, zaopatrzone w ogniowatą obudowę i zasilane energią elektryczną ze źródeł 25 i 26. Doprowadzanie i odprowadzanie wody chłodzącej do silników odbywa się za pomocą nastawnych belek 27 i 28 wbudowanych w bocznych ścianach 1 zbiornika.

Silniki 23 i 24 powodują poprzez indukcję elektromagnetyczną płynięcie ciekłego metalu od brzegów do środka kąpieli tak, jak to pokazano strzałką 29 na fig. 1. Przepływ ciekłego metalu wywołuje mieszane prądy na powierzchni, które przeciwdziałają tendencji ciekłego metalu do

tworzenia miejscowych cyrkulacji i powodują ustalanie się powierzchni metalu podpierającej warstwę cienkiego szkła. Miejscowe różnice temperatury są w związku z tym bardzo małe i podatność na odkształcenia jest ograniczona do minimum.

Następna para silników indukcyjnych 30 i 31 wbudowana do zbiornika służy do utrzymywania jednolitej temperatury na powierzchni kąpieli metalowej niosącej końcowy odcinek wstęgi szkła, która osiągnęła już grubość 3 mm. Silniki 30 i 31 są zamocowane na belkach 32 i 33 połączonych ze źródłami energii elektrycznej 34 i 35.

Zgodnie z drugim przykładem rozwiązania według wynalazku uzyskuje się szkło o grubości 2,2 mm. Ciekłe szkło sodowo-wapniowo-kwarcowe wylewa na kapiel metalową w ilości, na przykład od 1730 do 2600 ton na tydzień. Zarówno w sklepieniu zbiornika zawierającego kapiel metalową, jak i w samej kąpieli 6 osadzone są regulatory termiczne. W części wlotowej zbiornika utrzymuje się taką wartość temperatury, aby szkło wylane na kapiel metalową z prędkością 2350 ton na tydzień, rozplynęło się swobodnie w kierunku poprzecznym, tworząc płynącą warstwę szkła 8 o szerokości około 6,5 mm i grubości 7,4 mm. Szkło płynie wzdłuż kąpieli metalowej z prędkością 1,9 m/min. pod działaniem elementów ciągnących końcową część 9 wstęgi szkła, wyladowywanej ze zbiornika za pomocą wałków 10.

W górnej części zbiornika ograniczonej sklepieniem, ponad kapielą metalową znajduje się atmosfera ochronna.

Temperatura stopionego szkła wpływającego na kapiel metalową wynosi od 1000 do 1100°C i w czasie gdy szkło osiąga granice jego wolnego przepływu, zostaje ochłodzone do około 950°C. Po tym następuje dalsze stopniowe ochładzanie wstęgi szkła przepływającej wzdłuż kąpieli aż do uzyskania odpowiedniego usztywnienia wstęgi, umożliwiając jej dalsze prowadzenie za pomocą górnych wałków prowadzących. Na przykład wstęga szkła w miejscu doprowadzenia do wałków 36 ma temperaturę około 790°C. Zagęszczona wstęga szkła w miejscu 37 styka się swymi obrzeżami z wałkami 36 i jest prowadzona dalej z kontrolowaną prędkością wynoszącą na przykład 1,9 m/min. Ta zagęszczona część wstęgi szkła, która jest pod wpływem siły działającej na końcową część 9 wstęgi powodującej jej odprowadzanie z kąpieli metalowej, powoduje to, że warstwa szkła 8 może swobodnie rozplywać się w kierunku poprzecznym na powierzchni kąpieli metalowej.

Podczas dalszego przepływu wstęga szkła jest ogrzewana ponownie aby uzyskać wymagane rozrzedzenie szkła. W opisywanym przykładzie wytwarzane jest szkło sodowo-wapniowo-kwarcowe, które ogrzewa się ponownie do temperatury rzędu 840°C, lecz ta temperatura może wynosić również 860°C lub nawet 900°C. Ta temperatura szkła jest utrzymywana na krótkim odcinku przesuwu wstęgi, przy czym siła działająca na końcowy odcinek wstęgi i powodująca jej odprowadzanie ze zbiornika, przeciwdziała działaniu wałków 36 i powoduje w miejscu 37 przyspieszenie przesuwu szkła od

prędkości początkowej 1,9 m/min. do 14 m/min. Taką samą prędkość ma również końcowa część 9 wstęgi cienkiego szkła odprowadzanego ze zbiornika.

Jak wynika z powyższego prędkość przesuwu szkła jest gwałtownie zwiększana w miejscu 38. Dla zachowania wymaganej szerokości wstęgi szkła, obrzeża tej wstęgi w czasie rozrzedzania szkła są prowadzone za pomocą górnych wałków 39 opierających się o górną powierzchnię szkła. Wałki 39 ustawione są pod niewielkim kątem, na przykład 7° w stosunku do osi poprzecznej zbiornika. Wałki te nadają wstędze szkła prędkość 3,5 m/min. Temperatura szkła w rejonie wałków 39 jest równa mniej więcej temperaturze cyny i w związku z tym temperatura szkła wynosi około 850°C. Następnie zachodzi dalsze przyspieszenie wstęgi szkła, która osiąga prędkość 4,5 m/min., przy czym dalsza regulacja szerokości wstęgi odbywa się za pomocą drugiej pary wałków ustawionych pod kątem 5° i opierających się o górną powierzchnię obrzeży wstęgi szkła. Przyspieszanie przesuwu wstęgi szkła kontynuowane jest w dalszym ciągu aż do uzyskania prędkości 14 m/min. W miejscu, w którym szkło znajduje się pod działaniem wałków 40, wstęga szkła jest już tak zagęszczona, że nie zachodzi już żadne rozrzedzenie i zachowana jest stała szerokość wynosząca 3 m i grubość 2,2 mm, taka sama jak w końcowej części 9.

W celu przeciwdziałania miejscowym zmianom temperatury występującym na powierzchni kąpieli metalowej w miejscu gdzie szkło zostaje ponownie ogrzane, a jego lepkość osiąga wartość od 10⁶ do 10^{6,75} puazów, w ścianach zbiornika ponad powierzchnią szkła wbudowane są dwa silniki indukcyjne 23 i 24. Najkorzystniej silniki 23 i 24 umieszczone są pomiędzy parami wałków 39 i 40.

Silniki 23 i 24 rozmieszczone są symetrycznie, poprzecznie do osi wzdłużnej zbiornika i zamocowane są na belkach 27 i 28 połączonych z bocznymi ścianami 1 zbiornika, oraz z elementami regulacyjnymi 25 i 26. Silniki połączone są z doprowadzeniem i odprowadzeniem wody chłodzącej oraz ze źródłem energii. Dolna powierzchnia silników znajduje się tuż nad powierzchnią szkła.

Tak samo jak w przykładzie przedstawionym na fig. 1 i fig. 2, silniki 23 i 24 powodują poprzez indukcję elektromagnetyczną płynięcie ciekłego metalu od brzegów do środka kąpieli, tak jak to pokazano strzałkami 29. Przepływ ciekłego metalu od brzegów do środka kąpieli wywołuje mieszanie prądów na powierzchni ciekłego metalu w miejscu 38, co przeciwdziała tworzeniu się miejscowych cyrkulacji na powierzchni metalu niosącej szkło i umożliwia uzyskanie termicznej jednorodności kąpieli metalowej na powierzchni styku metalu i szkła. Miejscowe zmiany temperatury na powierzchni kąpieli metalowej ograniczone są do minimum, a dolna powierzchnia szkła zabezpieczona jest przed uszkodzeniem.

Dzięki zastosowaniu silników indukcyjnych 23 i 24 uzyskuje się termiczną jednorodność powierzchni ciekłego metalu, w miejscu, w którym szkło jest szczególnie podatne na odkształcenia. W tej części

zbiornika szkło ciągnięte wzdłuż zbiornika jest gwałtownie przyspieszane, przy czym następuje zjawisko pionowego przemieszczania się metalu i płynięcie ochłodzonego metalu wzdłuż podłogi zbiornika.

Silniki indukcyjne 23 i 24 przeciwdziałają tendencji ochładzanego metalu do płynięcia spiralnie w dół kąpieli, która może być wywołana niezaplanowanymi miejscowymi zmianami temperatury na powierzchni metalu.

W przykładzie rozwiązania przedstawionym na fig. 4 i fig. 5, boczne ściany 1 zbiornika są zagięte do środka w pobliżu końca wylotowego, tworząc w ten sposób na ścianach bocznych występy 41. Występy te łączą szeroką część zbiornika ze zwężoną poprzecznie częścią zbiornika, mającą ściany boczne 42. Szerokość zbiornika w części wlotowej jest tak duża, że umożliwia maksymalne rozplinięcie się ciekłego szkła doprowadzanego na kąpiel metalową, natomiast zwężona część zbiornika przy jego końcu wylotowym, ma szerokość nieco większą niż maksymalna szerokość końcowej części wstęgi szkła.

Gdy wstęga szkła zbliża się a następnie przesuwamy pomiędzy występami 41, jej prędkość gwałtownie wzrasta aż do prędkości takiej, jaką ma szkło przesuwane się przez część wylotową zbiornika. Tak duża prędkość przepływu wstęgi szkła wzdłuż zwężonej części zbiornika łącznie z działaniem występów 41, powoduje pompowanie ciekłego metalu w kierunku wylotu ze zbiornika przy czym metal ten jest przemieszczany przez przepływ ochłodzonego ciekłego metalu płynącego od części wylotowej, w której temperatura wynosi 650° do 700°C , w kierunku występów 41.

Ponadto zbiornik jest zaopatrzony w dwa dodatkowe silniki indukcyjne 43, z których każdy zamocowany jest na występie 41 w miejscu, w którym ten występ łączy się ze ścianką 42 przewężonej części zbiornika. Silniki 43 wysięgają do wnętrza zbiornika tuż ponad obrzeżami przyspieszanej wstęgi szkła. Silniki 43 są zamocowane na występach 41 za pośrednictwem belek 44 zaopatrzonych w elementy regulacyjne 45, takie same jak elementy regulacyjne przy silnikach 23 i 24, opisanych w poprzednim przykładzie.

Pod wpływem działania silników 43, ciekły metal w miejscu 46 przepływa od środka na boki kąpieli. Powierzchnie przeciwpądowe dla każdego z silników stanowią ścianki 47 wystające do wnętrza kąpieli z występów 41 i przebiegające wzdłuż całej głębokości kąpieli. Płynący na zewnątrz metal w miejscu 46 jest odchylany za pomocą ścianek 47 w kierunku przepływu wstęgi szkła.

Zastosowanie elementów regulacyjnych do silników 43 umożliwia oddziaływanie tych silników w głąb kąpieli ciekłego metalu i powodowanie przepływu ochłodzonego ciekłego metalu tuż ponad podłogą zbiornika i zwracanie go do zwężającej się części zbiornika, tak że ochłodzony metal z części wylotowej nie dopływa do miejsca, w którym następuje ogrzewanie i rozrzedzanie szkła.

W następnym przykładzie rozwiązania według wynalazku, przedstawionym na fig. 6, zbiornik zaopatrzony jest w jeszcze jedną parę silników in-

dukcyjnych 48, podobnych do silników 23 i 24, które są zamocowane ponad powierzchnią szkła, za drugą parą wałków prowadzących 40. Silniki 48 zasilane energią za pośrednictwem elementów regulacyjnych 50, powodują w miejscu 49, pokazanym na fig. 6, przepływ ciekłego metalu od środka na boki kąpieli, to znaczy w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu wywołanego przez silniki 23 i 24 w miejscu 49. Przepływ metalu na zewnątrz w miejscu 49 jest zaprojektowany jako współdziałający z przepływem do wewnątrz w miejscu 29 oraz z przepływem na zewnątrz w miejscu 46, co ma na celu zapewnienie stabilności procesu, w którym wymagana jest miejscowo stała temperatura, na przykład w obszarze ponownego ogrzewania, gdzie szkło zostaje gwałtownie przyspieszone, a jednocześnie rozpoczyna się jego ochładzanie aż do uzyskania wymaganej lepkości.

Poprzez dokładne stosowanie koniecznych wartości temperatury wzdłuż całej kąpieli metalowej, kontrolowania ilości szkła doprowadzanego na kapiel oraz ustawienia brzegowych wałków 36 prowadzących z żadaną prędkością wstęgę szkła, zastosowanie górnych wałków prowadzących 39 i 40 oraz silników indukcyjnych 23, 24, 43 i 48, a ponadto przez zsynchronizowanie całego procesu odpowiednio do kształtu geometrycznego zbiornika, uzyskuje się stabilność produkcji przy bardzo dużej szybkości płynącej wstęgi cienkiego szkła, któremu nadaje się grubość na przykład 2 mm, dzięki czemu szkło to nadaje się do laminowania.

W różnych przykładach stosowania rozwiązania według wynalazku, działanie silników indukcyjnych może być odpowiednio regulowane dla uzyskania lepszych efektów synchronizacji procesu. Na przykład silniki 23 i 24 mogą powodować przepływ metalu od środka na boki kąpieli, a silniki 48 odwrotnie, przepływ od ścian bocznych do środka.

Przez zwiększenie prędkości odprowadzania szkła ze zbiornika, na przykład do 20 m/min, otrzymuje się cieńsze szkło, na przykład szkło o grubości 1,7 mm lub 1,5 mm.

Przy wytwarzaniu szkła o różnych grubościach, odpowiednio do każdej grubości, ustawia się wałki brzegowe i silniki indukcyjne w celu uzyskania miejscowej temperatury ciekłego metalu w takiej wysokości, która zapewni otrzymanie lepkości szkła od $10^{5.25}$ do $10^{6.75}$ puazów, a tym samym otrzymanie szkła o gładkiej powierzchni.

Rozwiązanie według wynalazku może mieć również zastosowanie przy wytwarzaniu szkła metodą float, gdy stosuje się oziębianie początkowej części wstęgi szkła, a następnie kondycjonowanie bez podtrzymywania obrzeży szkła, aż do uzyskania lepkości rzędu $10^{5.25}$ do $10^{6.75}$ puazów i rozrzedzanie szkła przy tej lepkości przez szybkie odprowadzanie ze zbiornika.

Rozwiązanie według wynalazku ma zastosowanie we wszystkich procesach float, gdzie wstęga szkła jest poddawana przyspieszaniu i rozrzedzaniu, zwłaszcza przy produkcji szkła cienkiego o gładkiej powierzchni spodniej. Szkło wytwarzane sposobem według wynalazku, nadaje się zwłaszcza do laminowania oraz do stosowania w przemyśle samochodowym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania szkła płaskiego metodą float, w którym szkło w postaci wstęgi przepływa wzdłuż kąpeli z ciekłego metalu, pod działaniem elementów odprowadzających, znajdujących się w części wylotowej z kąpeli, przy czym podczas przepływu szkła jego lepkość jest regulowana w poszczególnych strefach kąpeli, **znamienny tym**, że utrzymuje się jednolitą temperaturę kąpeli metalowej na powierzchni zetknięcia szkła i metalu, w tej strefie kąpeli, w której lepkość szkła wynosi $10^{5,25}$ do $10^{6,75}$ puazów i zmniejsza się do minimum miejscowe zmiany temperatury na powierzchni metalu podtrzymującego szkło, dzięki czemu redukuje się zniekształcenia dolnej powierzchni wstęgi rozrzedzonego szkła.

2. Sposób według zastrz. 1 wytwarzania szkła o grubości rzędu 1,5 do 2,5 mm, w którym ciekłe szkło w odmierzonej ilości wylewa się na kąpiel metalową w postaci warstwy, która rozplywa się w kierunku poprzecznym na kąpeli metalowej, przy czym stosuje się elementy odprowadzające końcową część wstęgi uformowanego szkła, które powodują przepływ wstęgi szkła wzdłuż kąpeli, którą to wstęga ochładza się i usztywnia a następnie ogrzewa ponownie w celu rozrzedzenia szkła i nadaje się jej większą szybkość w celu zmniejszenia grubości szkła, **znamienny tym**, że powtórne ogrzewanie wstęgi szkła stosuje się aż do uzyskania lepkości od $10^{5,25}$ do $10^{6,75}$ puazów oraz ustala się w tym miejscu jednolitą temperaturę kąpeli metalowej w celu zmniejszenia do minimum odkształceń dolnej powierzchni szkła, bardzo podatnego przy tej lepkości na odkształcenia.

3. Sposób według zastrz. 1 lub 2, **znamienny tym**, że w celu ujednolicenia temperatury ciekłego metalu wytwarza się mieszane prądy w kąpeli metalowej.

4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że prądy mieszane w kąpeli metalowej wytwarza się za pomocą indukcji elektromagnetycznej w kierunku prostopadłym do osi podłużnej zbiornika.

5. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że poprzeczny przepływ metalu wytwarza się w tej części zbiornika, przez którą przepływa rozrzedzone szkło w celu zmiany kierunku przepływu ochłodzonego metalu z części wylotowej zbiornika kąpeli metalowej.

6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że wstęgę rozrzedzonego szkła przeprowadza się wzdłuż poprzecznego przewężenia kąpeli metalowej i ochładza się ją przed odprowadzeniem na zewnątrz, przy czym w miejscu przewężenia ką-

peli wytwarza się przepływ poprzeczny metalu w celu zmiany kierunku metalu ochłodzonego płynącego pod prąd z części wylotowej zbiornika kąpeli metalowej.

7. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1, składające się z wydłużonego zbiornika zawierającego kąpiel metalową, elementów do doprowadzania regulowanej ilości ciekłego szkła na kąpiel metalową i do przesuwania tego szkła w postaci wstęgi wzdłuż kąpeli, regulatorów termicznych do regulowania lepkości szkła, oraz z elementów do odprowadzania gotowego szkła ze zbiornika, **znamiennie tym**, że zawiera elementy elektromagnetyczne (23, 24, 30, 31, 29, 43, 48), zamocowane wewnątrz zbiornika ponad wstęgą szkła i usytuowane poprzecznie do kierunku przepływu szkła, oraz elementy (25, 26, 34, 35, 45, 50) do regulowania elementów elektromagnetycznych w celu wywoływania mieszanego przepływu metalu w tej części zbiornika.

8. Urządzenie według zastrz. 7, zawierające elementy chłodzące do usztywniania wstęgi szkła, co umożliwia uchwycenie brzegów tej wstęgi szkła za pomocą brzegowych wałków prowadzących, oraz regulatory termiczne do ponownego ogrzewania szkła i parę wałków brzegowych do prowadzenia rozrzedzonego szkła, **znamiennie tym**, że elementy elektromagnetyczne (23, 24, 30, 31, 29, 43, 48), są zamocowane pomiędzy dwiema pierwszymi parami wałków brzegowych (39, 40).

9. Urządzenie według zastrz. 7 lub 8, **znamiennie tym**, że elementy elektromagnetyczne stanowią silniki indukcyjne.

10. Urządzenie według zastrz. 7 do 9, w którym końcowa część zbiornika kąpeli metalowej jest zwężona w kierunku poprzecznym do szerokości nieco większej niż szerokość końcowej wstęgi szkła, przy czym zbiornik zawiera ukośne występy ukształtowane w bocznych ściankach zbiornika. łączące końcową wąską część zbiornika z częścią szerszą przednią, **znamiennie tym**, że zawiera dwa silniki indukcyjne (43), z których każdy jest zamocowany na jednym występie (41), pod kątem do kierunku przepływu szkła oraz dwie ścianki (47) wystające do wnętrza kąpeli z występów (41), a ponadto elementy (45) do regulowania silników indukcyjnych powodujących w rejonie występów (41) przepływ metalu od środka na boki kąpeli.

11. Urządzenie według zastrz. 10, **znamiennie tym**, że zawiera parę silników indukcyjnych (48) zamocowanych w dalszej części zbiornika, ponad wstęgą szkła płynącego pomiędzy występami (41) oraz elementy (50) do regulowania silników (48) powodujących przepływ ciekłego metalu od środka na boki kąpeli.

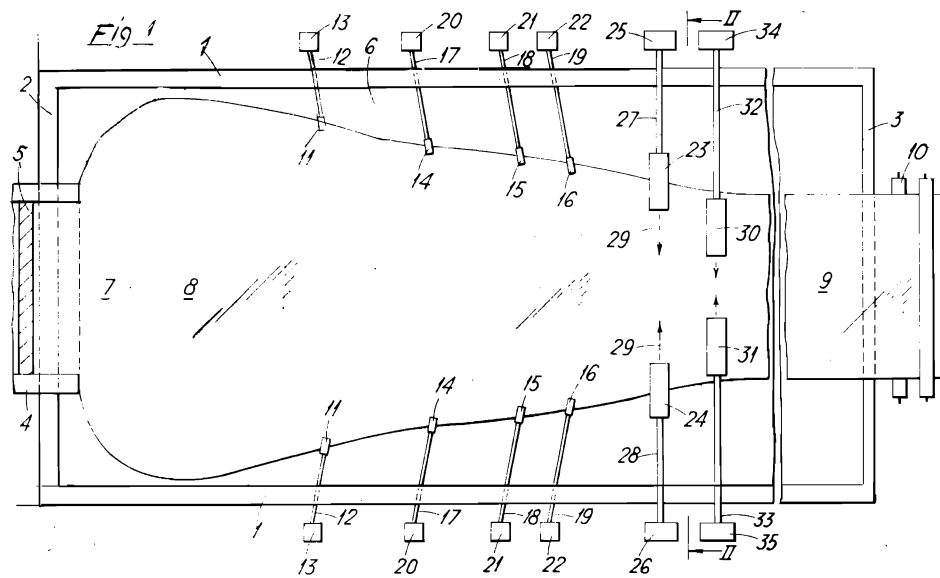
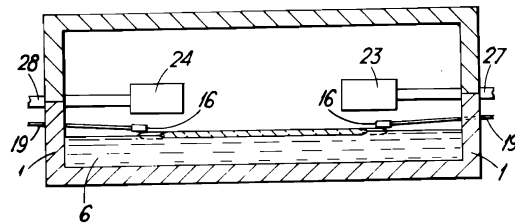
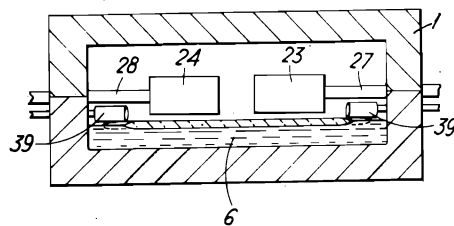
*Fig. 2**Fig. 5*

Fig. 3.

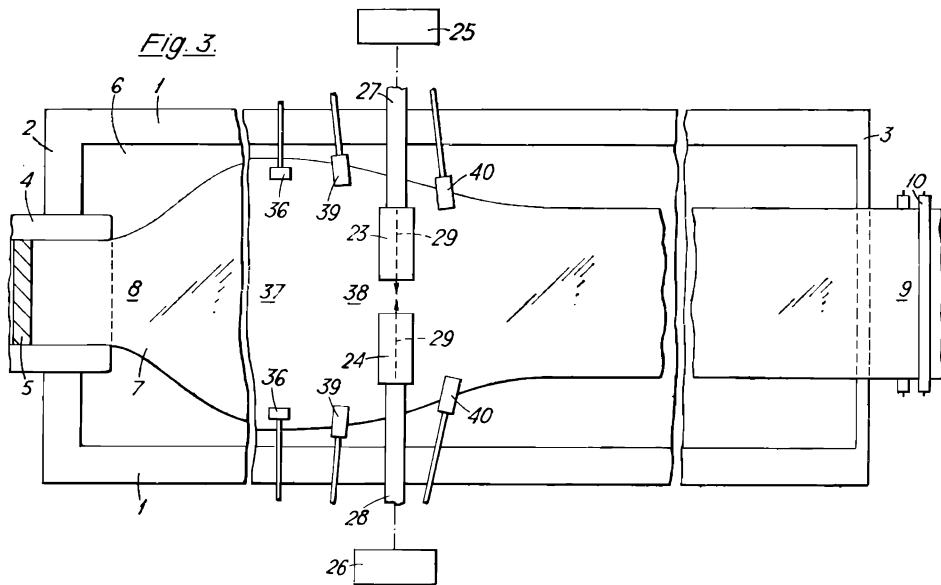


Fig. 4.

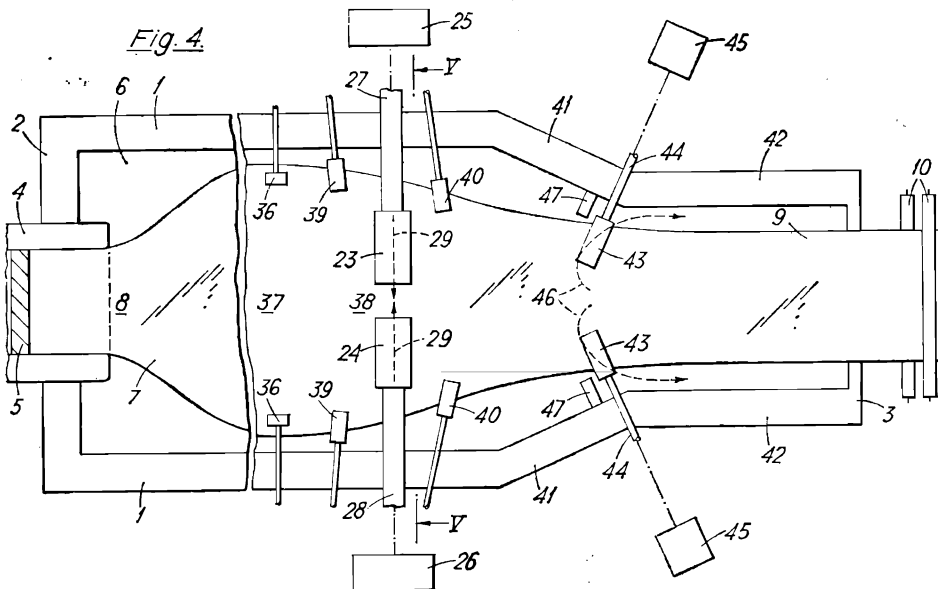
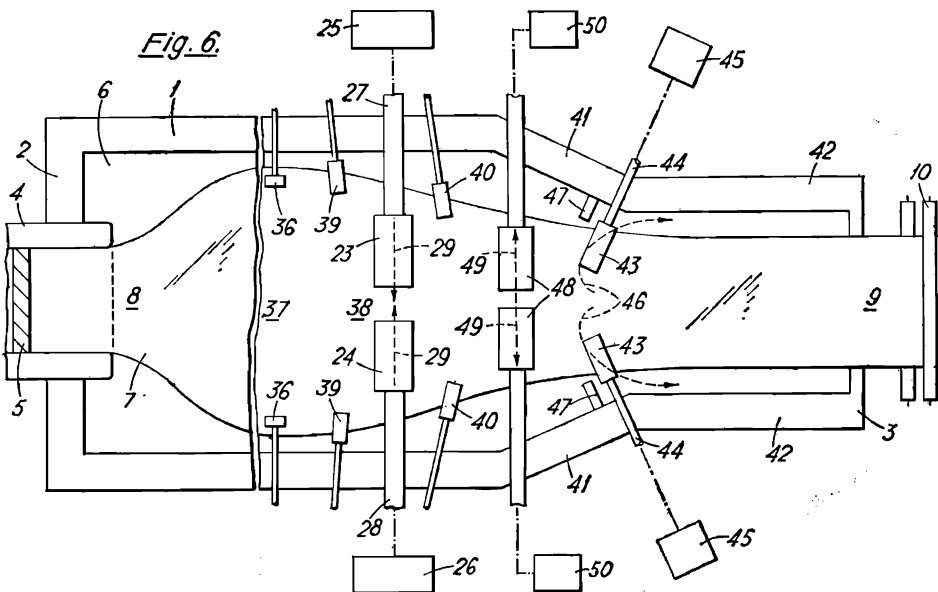


Fig. 6.



OZGraf. Lz. 2439 (110 egz.)

Cena 10 zł