

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWAURZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

65103

Patent dodatkowy
do patentu

Kl. 32 a, 23/02

Zgłoszono: 27.I.1968 (P 124 941)

Pierwszeństwo: 28.IV.1967 dla zastrz. 1, 4 i 5
Luksemburg
1.XII.1967 dla zastrz. 2 i 3
Wielka Brytania

MKP C 03 b, 23/02

Opublikowano: 20.VII.1972

CZYTELNIKA
UKD
Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Emile Plumet

Właściciel patentu: Glaverbel, Watermeal-Boitsfort (Belgia)

Sposób wyginania arkusza szkła oraz urządzenie do stosowania
tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wyginania arkusza szkła oraz urządzenie do stosowania tego sposobu. Wyginane arkusze szkła hartowanego stosowane są do wyrobu przednich szyb samochodowych i innych wyrobów.

Według znanych sposobów wygina się szkło w wysokiej temperaturze, a następnie utwardza je przez obróbkę cieplną, czyli hartowanie. Obróbka ta musi być dokonana po wygięciu szkła, gdyż nie jest możliwe gięcie szkła zahartowanego cieplnie. Hartowanie cieplne stwarza jednak znaczne niebezpieczeństwo odkształcenia lub pogorszenia własności optycznych szkła.

Wynalazek wykorzystuje sposób chemicznego hartowania, który umożliwia bardzo szybkie wyginanie do wymaganego kształtu arkuszy szkła, bez narażania szkła na działanie bardzo wysokiej temperatury, która stwarza niebezpieczeństwo znacznego pogorszenia jego własności.

Wyrażenie „hartowanie chemiczne” oznacza wytwarzanie lub zwiększenie naprężeń ściskających w jednej lub obu warstwach zewnętrznych szkła w wyniku wprowadzenia atomów, cząsteczek lub jonów ze środowiska stykającego się ze szkłem. Zwykle metody hartowania chemicznego, umożliwiające zastępowanie jonów istniejących w szkłe innymi, o różnych wymiarach, są znane i nie wymagają wyjaśnień.

Celem wynalazku jest usunięcie wymienionych niedogodności.

Zgodnie z wynalazkiem arkusz szkła poddaje się wyginaniu podczas hartowania chemicznego lub po jego

2

zakończeniu, gdy lepkość szkła wynosi co najmniej 10^{10} pauzów. Wymagane to jest dla wszystkich arkuszy szkła, niezależnie od kształtów i wymiarów lub dla każdego miejsca ciągłej wstęgi szkła. Najkorzystniejszy przedział lepkości, w którym szkło może być wyginane mechanicznie, wynosi $10^{11,5}$ — $10^{14,5}$ pauzów.

Wynalazek dotyczy przede wszystkim, ale nie wyłącznie, gięcia arkuszy szkła ciągniętego o zwykłym składzie, a szczególnie arkuszy szkła zwykłego sodowo-wapniowego. Można takie szkło mechanicznie giąć według wynalazku w zakresie temperatury od 400 do 600°C. Wynalazek może być również wykorzystany przy gięciu innych szkieł, na przykład szkła krzemowo-litowego i szkieł bardziej złożonych, takich jak szkło z glinokręmianu litowego. Powyższe szkła mogą być hartowane chemicznie przez zastępowanie jonów litowych, znajdujących się w warstwach zewnętrznych szkła, jonami sodowymi i potasowymi.

Wszystkie sposoby hartowania chemicznego mogą być zastosowane w ramach wynalazku. Może to być na przykład sposób, w którym jony znajdujące się w szkłe, są zastępowane jonami o mniejszych lub większych wymiarach. Można zastąpić jony z powierzchni szkła przez jony o rozmiarach większych: jony Na^+ są zastąpione przez jony cięższe jak na przykład K^+ . Przez taką wymianę zagęszcza się powierzchnię szkła, ponieważ wprowadza się jony cięższe, to zagęszczenie wzmacnia szkło.

Jednakże można również wzmocnić szkło przez zastąpienie jonów z jego powierzchni przez jony mniejsze. W tym przypadku wymiana jonów musi się doko-

nać w innych warunkach niż wówczas, gdy wprowadza się jony cięższe: w przeciwnym razie otrzymałoby się efekt przeciwny i odciążyłoby się szkło przez usunięcie jonów z jego powierzchni. Aby otrzymać wzmocnienie szkła przez wymianę ich na jony mniejsze stosuje się wyższe temperatury wymiany, szkło nie jest jeszcze sztywne w tych temperaturach i można go przekształcać przez wymianę z jonami mniejszymi. Chłodząc następnie szkło wywiera się na powierzchni ciśnienie z następującego powodu: powierzchnia szkła nie ma już tego samego składu co rdzeń szkła; współczynnik rozszerzalności cieplnej rdzenia jest większy niż współczynnik na powierzchni, chłodzenie szkła będzie miało tendencję do powodowania większego ciśnienia w rdzeniu niż na powierzchni szkła, jednakże różnica w kurczeniu nie jest możliwa: rdzeń i powierzchnia tworzą jeden przedmiot, skurcz będzie więc taki sam, rdzeń chce skurczyć się więcej niż powierzchnia, ale ponieważ nie może, wywiera ciśnienie na tę powierzchnię.

Zastąpienie jonów może być dokonane przez utrzymywanie szkła w określonej, wysokiej temperaturze, w kąpeli zawierającej sól w roztworze lub w stanie ciekłym. Na przykład, szkło krzemowe, sodowo-wapniowe może być hartowane w roztworze lub w ciekłej soli potasowej, w temperaturze co najmniej 500°C, przez co jony sodu na powierzchni szkła są zastąpione przez jony potasu o dużo większych rozmiarach.

Dyfuzja jonów w szkło może także zachodzić w środowisku gazowym, na przykład w atmosferze wodoru lub pary przegrzanej, stykającej się ze szkłem. Dyfuzja ta może również występować wskutek nałożenia na jedną lub obie powierzchnie szkła warstwy, zawierającej głównie węgiel lub metal (na przykład srebro, cyna lub ołów) albo warstwy stopionej soli, dzięki czemu następuje wymiana jonów pomiędzy szkłem i warstwą pokrywającą. Każda substancja, która może dostarczyć jonów, niezbędnych do przenikania w głąb szkła i przylegająca do szkła po hartowaniu chemicznym, może być nałożona na szkło w postaci warstwy lub trawienia.

Współczynnik dyfuzji zwiększa się w miarę wzrostu temperatury. Na przykład współczynnik dyfuzji potasu w szkło sodowo-wapniowym w temperaturze 500°C jest dziesięć razy większy niż w temperaturze 400°C. Z tego względu korzystne jest utrzymywanie temperatury zbliżonej lub równej temperaturze, odpowiadającej górnej granicy temperatury dopuszczalnej dla wybranego sposobu hartowania chemicznego. Na przykład wytrzymałość na rozciąganie arkusza szkła krzemowo-sodowo-wapniowego, która początkowo wynosi 5–10 kG/mm², zwiększa się w krótkim czasie do 100–150 kG/mm² w wyniku hartowania chemicznego w kąpeli soli potasowych w temperaturze nieco niższej od 500°C. Po zwiększeniu wytrzymałości szkła można je wyginać wymaganymi siłami w przedziale przekształcenia bez obawy pęknięcia.

Można wyginać szkło w dowolnym czasie po wzmocnieniu warstw zewnętrznych w wyniku hartowania chemicznego, jednak jeżeli szkło ostygnie po hartowaniu, wówczas należy przed gięciem zwiększyć temperaturę do odpowiedniej wartości. Może to być wykonane dowolnym sposobem, na przykład w piecu lub przez zanurzenie arkusza w gorącej kąpeli. Odstęp czasu pomiędzy hartowaniem i gięciem może być dowolnie długi, natomiast jest korzystne dość szybkie podgrzewanie szkła w

celu uniknięcia rozprężenia lub relaksacji naprężeń wewnętrznych.

Arkusz szkła może być wyginany podczas zanurzenia w kąpeli hartującej o odpowiedniej temperaturze.

Stopień zahartowania chemicznego powinien być osiągnięty przed przyłożeniem niezbędnych sił zginających, a jego wartość powinna być zależna od wielkości tych sił, czyli od grubości szkła i stopnia wygięcia. Jest więc możliwe dokonanie pewnego wygięcia po hartowaniu powierzchniowym, gdy grubość zahartowanej warstwy szkła jest rzędu kilku mikrometrów. Jeżeli to hartowanie powierzchniowe nie zapewni odpowiedniej wytrzymałości szkła, wówczas hartowanie chemiczne może być dokonane po wstępnym wygięciu, aż do osiągnięcia żądanej wytrzymałości mechanicznej. Korzystne jest dokonywanie pierwszego hartowania w temperaturze zbliżonej lub równej górnej granicy dopuszczalnego przedziału temperatury i dokonywania drugiego hartowania (po wyjęciu arkusza) w temperaturze niższej. Dzięki przeprowadzeniu drugiego hartowania w temperaturze niższej odprężenie i relaksacja naprężeń wewnętrznych są mniej wyraźne niż w temperaturze wyższej.

Wyższa temperatura jest natomiast pożądana przy pierwszym hartowaniu w celu zwiększenia wytrzymałości mechanicznej szkła, aż do wartości, umożliwiającej jego wyginanie. Na przykład, pierwsze hartowanie, w czasie którego zachodzi zastępowanie jonów znajdujących się na powierzchni szkła jonami o większych wymiarach, może być przeprowadzone w temperaturze zbliżonej do tej, w której lepkość szkła wynosi 10^{13,2} pauzów. Drugie hartowanie może być przeprowadzone w temperaturze niższej. W przypadku szkła sodowo-wapniowego, którego temperatura odprężenia wynosi około 500°C, pierwsze hartowanie może być przeprowadzone w temperaturze nieco niższej od 500°C i drugie hartowanie w temperaturze rzędu 450°C.

Siły zginające mogą być przyłożone do szkła na przykład wskutek ściskania arkusza pomiędzy formami kształtującymi lub wywierania nacisku na krawędziach arkusza, spoczywającego na specjalnej podstawie. Dobierając elementy formy lub podstawy należy stosować współczynnik korekcyjny, aby uwzględnić opóźnioną sprężystość szkła i uniknąć nadmiernie długiej obróbki. Ta opóźniona sprężystość zmienia się w funkcję temperatury. Na przykład, rząd wielkości korekcji form zmienia się w funkcji temperatury i wynosi od 5 do 10%. Jeżeli nie uwzględni się czynnika korekcyjnego, wówczas arkusz musi być wyginany w znacznie dłuższym czasie w temperaturze wyższej. Na przykład jeżeli zastosuje się korekcję 10% wówczas czas przebywania szkła w formie może być zmniejszony do 2/3 czasu niezbędnego do wyginania bez korekcji.

Fakt, że hartowanie i gięcie może być przeprowadzone w temperaturze niższej niż w przypadku hartowania cieplnego jest bardzo ważny przy produkcji wyrobów szklanych wysokiej jakości. W szczególności zwiększona jest wytrzymałość mechaniczna dzięki obróbce prowadzonej w niższej temperaturze. Ponadto niższa temperatura jest bardziej korzystna dla narzędzi. Urządzenia stosowane do podtrzymywania arkuszy szkła podczas hartowania cieplnego są kosztowne. Muszą one wytrzymać wysoką temperaturę i mieć dużą wytrzymałość mechaniczną w tej temperaturze. Ponadto istotnym problemem jest tendencja szkła do przylegania do form.

Próbowano umieszczać różne materiały pomiędzy szkłem i formami aby zmniejszyć do minimum przyczepność i ślady na szkłe, ale nie uzyskano dobrych wyników. Formy stosowane do gięcia szkła według wynalazku mogą być wykonane z różnych materiałów. Przeważnie temperatura, którą muszą one wytrzymać, nie przekracza 500°C. Można stosować różne stale, na przykład stal austenityczną 18/8 (18% niklu, 8% chromu) o małej zawartości węgla (na przykład 0,02%). Ponadto zjawisko odpryskiwania jest znacznie zmniejszone, zatem styk ze szkłem jest lepszy. W niższej temperaturze przyczepność nie jest tak istotnym problemem i zazwyczaj nie trzeba stosować specjalnego materiału pośredniego pomiędzy szkłem i formą.

Temperatura najdogodniejsza do wyginania szkła i prędkość gięcia są czynnikami zmiennymi w różnych przypadkach. Czas niezbędny do wygięcia szkła może na przykład zmieniać się od kilku sekund do kilku godzin, zależnie od stopnia odkształcenia lub kształtu i własności szkła.

Poniższa tablica podaje kilka wyników prób, a w szczególności czas niezbędny do trwałego wygięcia arkusza szkła o wymiarach 1×1×0,004 m i składzie takim, jak w przykładzie 1, opisanym dalej. Arkusz jest wyginany podczas zanurzenia w kąpeli $K_2Cr_2O_7$. Siły wyginające są przyłożone za pośrednictwem ramion równoległych do krawędzi arkusza, podczas gdy te krawędzie są podtrzymywane przez dwa inne ramiona.

Temperatura °C	Moment zginający	Czas w min.	Krzywizna
480	7,5	30	0,8%
480	20,0	30	15,0%
480	30,0	18	15,0%
500	30,0	120	30,0%

We wszystkich tych przykładach gięcie jest wykonane w stosunkowo niskiej temperaturze w porównaniu z dotychczasowymi sposobami. Niektóre szkła mogą być wyginane według wynalazku w temperaturze bardzo niskiej (na przykład 250°C).

W technice hartowania chemicznego jest rzeczą znaną, że w celu uzyskania najlepszych wyników powierzchnie i krawędzie szkła muszą być poddane obróbce wstępnej, aby usunąć wady powierzchni przed zastosowaniem sposobu według wynalazku. Znany sposób takiej obróbki polega na zastosowaniu roztworu kwasu fluorowodorowego.

Przedmiotem wynalazku jest również urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku. Urządzenie ma zbiornik zawierający kąpiel ciekłych soli, wyposażony w zaciski dla arkusza szkła oraz oporowe grzejniki umieszczone w pobliżu dna zbiornika, oraz zawiera umieszczone w pobliżu zbiornika, matrycę i beleczki służące do wyginania arkusza szkła.

Korzystnie wyginanie dokonuje się podczas zanurzenia arkusza szkła w kąpeli. W tym celu grzejniki mogą być umieszczone po bokach zbiornika, a matryce służące do wyginania arkusza szkła są umieszczone powyżej zbiornika lub w jego wnętrzu. Urządzenie to pozwala

la wyginać arkusz szkła wówczas gdy znajduje się on w kąpeli ciekłych soli. Zbiornik może być wyposażony w środku utrzymujące sól w stanie ciekłym, lub może być umieszczony w piecu. Zespoły podtrzymujące arkusz mogą zawierać górne i dolne matryce kształtujące lub jedną matrycę kształtującą i jeden lub więcej elementów naciskających. Matryce lub matryca i element lub elementy naciskające mogą być skonstruowane w taki sposób, by zapewniały prowadzenie arkusza przy jego wejściu i wyjściu ze zbiornika, z możliwością wzajemnego przemieszczania się w celu wytworzenia sił zginających, przekazywanych na arkusz, umieszczony pomiędzy nimi.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie w widoku z boku, fig. 2 — urządzenie w przekroju poprzecznym wzdłuż linii II — II z fig. 1, a fig. 3 — odmianę urządzenia w widoku z boku.

Urządzenie uwidocznione na fig. 1 i 2 zawiera tor jednoszynowy 1, wzdłuż którego jeździ wózek 2 suwnicy na rolkach 3. Na linii 4, połączonej z wózkiem, zawieszona jest obrotowo dźwignia 5, zaopatrzona w zaciski 6, służące do podtrzymywania arkusza szkła 7, w kąpeli soli 8, na przykład w kąpeli azotanu potasowego, zawartej w zbiorniku 9 i ogrzewanej grzejnikiem oporowym 10. Obok zbiornika 9 znajduje się matryca 11 oparta na podwoziu 12 toczącym się po szynach 13 doprowadzonych do pieca 14.

Piec 14 jest otoczony obudową 15, zaopatrzoną w otwór wejściowy 16 i otwór wyjściowy 17, każdy z tych otworów może być zamykany przesuwną klapą 18, zawieszoną na linie 19, prowadzonej krążkiem linowym 20, umocowanym na ramie 21. Na drugim końcu linki zawieszony jest przeciwcieżar 22. Łożyska 23, umieszczone w czterech narożach pieca, podtrzymują cztery gwintowane pręty 24, które przechodzą przez belki poziome 25, uwidocznione na fig. 2. Belki te mają kwadratowy przekrój skrzynkowy. Mogą one być podnoszone lub opuszczane wskutek obracania prętów 24 w jednym lub drugim kierunku. Pręty są połączone łańcuchem sworzniowym 27, przechodzącym przez koła łańcuchowe 26, umieszczone na prętach. Cały układ jest poruszany przez kółko ręczne 28.

Piec jest ogrzewany oporowo (nie uwidoczniono na rysunkach). Mogą być również zastosowane inne urządzenia ogrzewające.

Poprzeczne elementy naciskające 29, które mogą się obracać wokół własnej osi, są podtrzymywane czopami końcowymi 30 pomiędzy belkami 25. Czopy te są umieszczone w otworach wykonanych w belkach 25. Zazwyczaj jest wykonane wiele otworów, aby umożliwić zmianę położenia elementów naciskających i dostosowanie ich do różnych wymiarów arkuszy szkła. Gdy arkusz szkła jest wprowadzony na matrycę 11 do pieca i podany działaniu odpowiedniej temperatury wówczas obniżają się belki 25 aż do zetknięcia się elementów naciskających 29 z brzegami arkusza. Belki 25 są następnie stopniowo obniżane w ciągu określonego czasu, wskutek czego elementy naciskające wywierają nacisk na krawędzie arkusza i zakrzywiają go stopniowo, aż do osiągnięcia krzywizny matrycy. Czas niezbędny do uzyskania tej krzywizny zależy między innymi od temperatury szkła. Belki 25 wraz z elementami naciskającymi są następnie podnoszone a matryca przechodzi do położenia 31. Za pomocą wózka suwnicy podnosi się następnie

z matrycy arkusz zakrzywionego szkła. W celu dalszego hartowania chemicznego szkła zanurza się arkusz w zbiorniku 33, zawierającym kąpiel 32 stopionej soli.

Na fig. 3 uwidoczniono odmianę urządzenia według wynalazku. Zasadniczą jego częścią jest rama złożona z prostokątnego pomostu 34 i słupów 35, umieszczonych w narożach pomostu. Słupy te są zaopatrzone u góry w pierścienie 36, umożliwiające zawieszenie urządzenia za pomocą linek 37 na wózku suwnicy, podobnej do uwidocznionej na fig. 1.

Na pomoście 34 spoczywa dolna matryca wklęsła 38. Pomocnicza matryca wypukła 39 jest utrzymywana przez płytę 40. Na krawędziach 41 tej płyty znajdują się otwory, przez które przechodzą z pewnym luzem pionowe pręty prowadzące 42. Pręty prowadzące 42 są umocowane do pomostu 34. Urządzenie uwidocznione na fig. 3 jest stosowane łącznie ze zbiornikiem, w którym dokonuje się hartowania chemicznego, podobnym do zbiornika 9 z fig. 1. Po chemicznym zahartowaniu szkła w tym zbiorniku układa się następnie arkusz szkła płasko na matrycy dolnej 38 i opiera górną matrycę na arkuszu. Na pręty prowadzące 42 nakłada się ciężary 43, które opierają się na płycie 40, wskutek czego powstają siły wyginające szkło.

Następnie cały układ, złożony z pomostu i matryc, jest opuszczony w celu zanurzenia w kąpeli 44 stopionej soli, zawartej w zbiorniku 45. Sól jest utrzymywana w stanie ciekłym przez grzejniki oporowe 10. Matryce i arkusz szkła są zanurzone w kąpeli przez czas dostatecznie długi w celu umożliwienia wygięcia szkła do kształtu matryc.

Następnie urządzenie jest podnoszone i arkusz szkła jest ponownie hartowany w trzeciej kąpeli, przy czym arkusz ma kształt uzyskany po wygięciu przez matrycę.

Pierwsza kąpiel hartowania chemicznego nie jest konieczna, jeżeli arkusz szkła może być hartowany chemicznie w kąpeli 44 przed wygięciem. W tym celu matryca dolna, na której spoczywa arkusz szkła może być opuszczona i zanurzona w kąpeli. Matryca górna może być sprowadzona do położenia roboczego w celu wyginania szkła po osiągnięciu niezbędnego stopnia zahartowania chemicznego. Hartowanie chemiczne, które następuje po wygięciu, może również być przeprowadzone w tej samej kąpeli, po uniesieniu matrycy górnej, gdy arkusz uzyska wymaganą krzywiznę.

Matryce typu przedstawionego na fig. 3 mogą być również stosowane do gięcia szkła w piecu. Poniższe przykłady wyjaśniają sposób stosowania wynalazku.

Przykład I. Sposób zgodny z wynalazkiem był zastosowany do wygięcia arkusza szkła o wymiarach $1 \times 1 \times 0,004$ m o następującym składzie wagowym:

SiO ₂	70%
Na ₂ O	12%
CaO	10%
MgO	3%
Fe ₂ O ₃	ślady
Al ₂ O ₃	5%

Lepkość tego szkła w temperaturze 510°C, 540°C i 620°C wynosi odpowiednio 10¹⁵, 10¹³ i 10¹⁰ puazów. Arkusz szkła był hartowany chemicznie w temperaturze

580°C w kąpeli soli stopionych, zawierających 58% NaCl, 40% NaNO₃ i 2% LiNO₃ (wagowo). Po wyjęciu z kąpeli arkusz szkła pozostawiono w celu obniżenia temperatury do 520°C, a następnie wyginano stopniowo do 10% w ciągu pięciu minut (krzywizna trwała).

Przykład II. Arkusz szkła o tych samych wymiarach i tym samym składzie chemicznym co poprzednio był hartowany w sposób opisany w przykładzie I. Prawie natychmiast po wyjęciu z kąpeli, gdy temperatura wynosiła 560°C, arkusz był stopniowo wyginany do 10% w czasie trzech minut (krzywizna trwała). Taką samą krzywiznę można uzyskać przy temperaturze 450°C, lecz stan elastyczności musi trwać pół godziny.

Przykład III. Sposób zgodny z wynalazkiem był zastosowany do wyginania arkusza o wymiarach $0,2 \times 0,5 \times 0,003$ m szkła borokrzemowego o następującym składzie wagowym:

SiO ₂	60%
Na ₂ O	12%
CaO	10%
MgO	6%
B ₂ O ₃	6%
Fe ₂ O ₃	1%
Al ₂ O ₃	5%

Lepkość tego szkła w temperaturze 450°C, 535°C i 600°C wynosiła odpowiednio 10¹⁵, 10¹³ i 10¹⁰ puazów. Arkusz szkła był hartowany chemicznie w czasie trzydziestu minut, w temperaturze 480°C w kąpeli soli stopionych zawierającej wagowo 40% KNO₃, 30% KCl i 30% NaNO₃.

W końcu okresu trzydziestominutowego arkusz był wygięty mechanicznie i hartowany chemicznie w kąpeli o temperaturze 480°C, stopniowo aż do krzywizny 5% w czasie trzydziestu minut.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wyginania arkusza szkła, **znamienny tym**, że arkusz szkła poddaje się wyginaniu podczas hartowania lub po hartowaniu chemicznym, gdy lepkość szkła wynosi co najmniej 10¹⁰ puazów.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyginanie arkusza szkła przeprowadza się przy lepkości 10^{11,5}—10^{14,5} puazów.

3. Sposób według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że arkusz szkła po wyginaniu, hartuje się chemicznie w temperaturze niższej od temperatury hartowania chemicznego przed wyginaniem.

4. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1—3, **znamiennie tym**, że ma zbiornik (9) zawierający kąpiel (8) ciekłych soli, wyposażony w zaciski (6) dla arkusza szkła (7) oraz w oporowe grzejniki (10) umieszczone w pobliżu dna zbiornika, oraz zawiera umieszczone w pobliżu zbiornika (9), matrycę (11) i belki (25) służące do wyginania arkusza szkła.

5. Odmiana urządzenia według zastrz. 4, **znamienna tym**, że oporowe grzejniki (10) są rozmieszczone po bokach zbiornika (45), przy czym matryce (38, 39) służące do wyginania arkusza szkła (7) są umieszczone powyżej zbiornika (45) lub w jego wnętrzu.

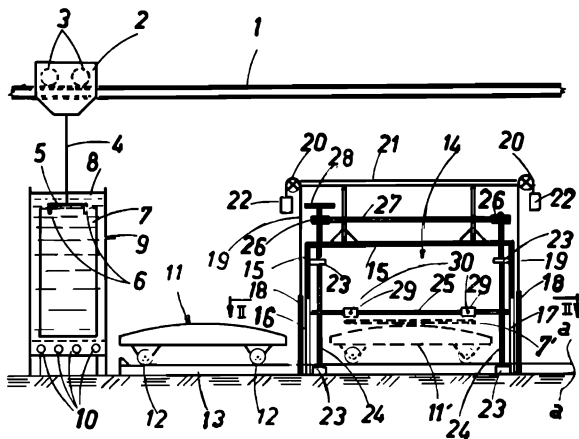


Fig. 1

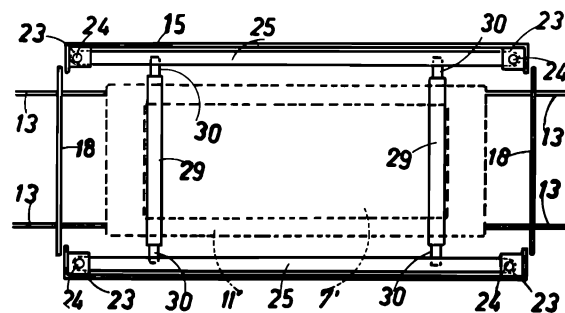
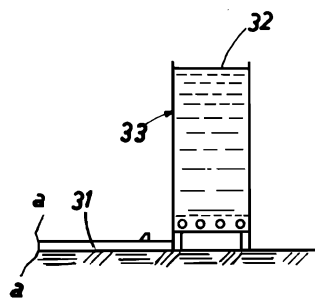


Fig. 2

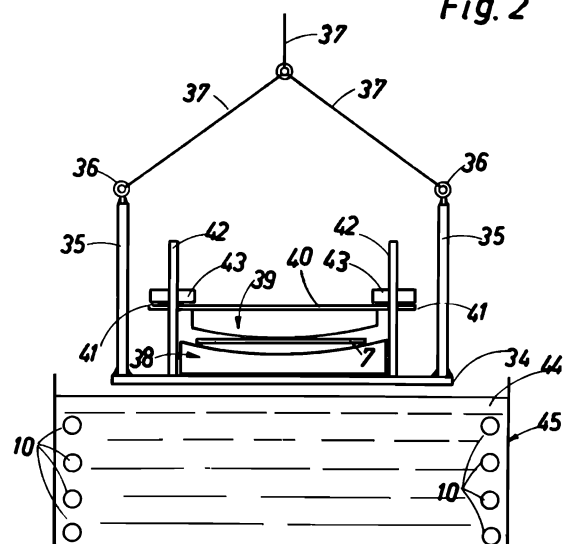


Fig. 3

Errata

W opisie patentowym nr 65103
w łamie 5 brak wiersza 10. Po słowie „Ponadto” powinno być:
można stosować wiele innych odpowiednich materiałów ponieważ