



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 05.10.74 (P. 174594)

Pierwszeństwo: 09.11.73 Stany Zjednoczone
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 03.11.75

Opis patentowy opublikowano: 15.05.1982

Int. Cl.²

B21D 51/08

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Aluminum Company of America, Pittsburgh
(Stany Zjednoczone Ameryki)

Sposób kształtowania na gorąco płyty metalowej

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób kształtowania płyty metalowej, zwłaszcza aluminiowej.

Znane są, przykładowo z brytyjskich opisów patentowych nr 1317939 i nr 1317940, zbiorniki stosowane do przewożenia skroplonego gazu ziemnego statkami oceanicznymi. Zbiorniki te mają kształt kulisty o średnicy 36,5 m.

W celu wykonania zbiorników o średnicy 36,5 m, które będą mogły służyć do przechowywania skroplonego gazu ziemnego, pożądane jest wytworzenie dużej liczby wycinków kuli, które zostaną następnie zespawane, zaś dla zapewnienia możliwie małej liczby spawów korzystne jest wykonywanie wycinków kuli, na podobieństwo skórek pomarańczy, o możliwie dużej powierzchni.

Celem niniejszego wynalazku jest opracowanie sposobu kształtowania na gorąco metalowej płyty, przy czym sposób ten jest szczególnie korzystny do wytwarzania dużych wycinków kuli przeznaczonych do budowy zbiorników na płynny gaz.

Według wynalazku cel ten osiągnięto przez to, że płytę metalową nagrzewa się wstępnie do temperatury poniżej temperatury, w której następuje topnienie granic ziaren materiału płyty, a następnie płytę umieszcza się na matrycy o temperaturze niższej niż temperatura płyty, a stempel ma początkowo temperaturę niższą niż płyta, przy czym temperatura płyty w chwili gdy stempel styka się z nią po raz pierwszy w czasie prasowania jest przynajmniej dostatecznie wysoka, by

2

utrzymać sprężynowanie poniżej 3,17 mm na długości 750 mm, jeśli pozwoli się, by płyta ostygła naturalnie pomiędzy matrycami do temperatury 325°K, zaś matrycę i stempel dociska się z dostatecznym naciskiem, wytwarzanym przez ciężar stempla, aby odkształcić płytę, tak aby przyjęła kształt matrycy. Ciężar stempla opierającego się o płytę, która przyjęła kształt matrycy wytwarza nacisk do 6865 hPa, przy czym przebieg zmian temperatury płyty w czasie po opuszczeniu stempla nie będzie taki, że sprężynowanie w granicach 3,17 mm na długości 750 mm wystąpi po otwarciu matrycy.

Przy prowadzeniu sposobu według wynalazku głównie należy zwracać uwagę na wybranie właściwej temperatury, do której należy ogrzać płytę przed jej formowaniem. Formowaną płytę można ogrzać do temperatury formowania wtedy, gdy już się znajduje na matrycy z materiału ogniotrwałego. Jednakże płytę można ogrzać do tej temperatury w piecu, a następnie przenieść płytę po ogrzaniu z pieca na matrycę. W czasie takiego przenoszenia, temperatura płyty obniża się i to obniżenie należy uwzględnić przy wybieraniu maksymalnej temperatury, do jakiej nagrzewa się płytę w piecu. W każdym przypadku, najwyższa temperatura, do jakiej nagrzewa się płytę jest niższa od temperatury, w której następuje topnienie granic ziaren. Na ogół płyta, w której zaszło topnienie granic ziaren będzie wykazywać, po powro-

cie do temperatury pokojowej, zmniejszoną ciągliwość, przypuszczalnie zmniejszoną wytrzymałość i możliwe problemy związane z korozją, przy czym to obniżenie właściwości wynika ze zmiany struktury odlewu w stopie po stopnieniu granic ziaren.

Poza koniecznością zwracania uwagi na maksymalną temperaturę ważne jest również aby temperatura płyty, gdy stempel styka się z nią po raz pierwszy (aby uformować ją do pożądanego kształtu pomiędzy stemplem i matrycą) była dostatecznie wysoka, tak by występowało pomijalne sprężynowanie po ostatecznym otwarciu matrycy. Stwierdzono bowiem, że jeśli kształtowanie przeprowadza się w zbyt niskiej temperaturze, wówczas nie można uniknąć sprężynowania gotowego wyrobu. Temperatura płyty, gdy stempel styka się z nią po raz pierwszy jest odpowiednia, jeśli jest przynajmniej dostatecznie wysoka, by występowało sprężynowanie mniejsze niż 3,17 mm na długości 750 mm, gdy płyta ochładza się pomiędzy matrycami do 325°K.

Części matrycy, które stykają się z kształtowaną płytą wykonuje się z substancji ogniotrwałej, na przykład jednego z cementów z glinianu wapiennego. Innym odlewianym materiałem ogniotrwałym, który stosowano z powodzeniem, jest Visil Castable, produkcji Harbison-Walker Refractories Company. Visil Castable jest mieszaniną kruszywa krzemionki i substancji wiążącej hydraulicznie, a jego analiza wykazuje zawartość 71% krzemionki, 17% glinu i 11% wapna, przy czym procenty podano wagowo. Maksymalna temperatura materiału Visil dla pracy cyklicznej wynosi 1363°K. Rozszerzalność cieplna jest pomijalna do temperatury 1088°K. Odporność na udar cieplny jest znakomita dla obróbki stopów aluminium według wynalazku. Visil spływa gładko i nie wymaga znacznego ubijania, czy wibrowania, aby ustalił się bez wykazywania pustych przestrzeni.

Charakterystyczną cechą sposobu według niniejszego wynalazku jest to, że stempel opiera się na płycie, gdy przyjmie ona kształt matrycy z ciśnieniem zaledwie do 6865 hPa. Mimo tak niskiego ciśnienia, temperatura wymagana dla płyty w czasie, gdy stempel styka się z nią po raz pierwszy jest tak wysoka, że nie występuje zauważalne zwolnienie opuszczenia się stempla w fazie opuszczania, gdy płyta jest formowana, by przyjąć kształt matrycy.

Podczas gdy minimalna temperatura, którą musi mieć płyta, gdy stempel po raz pierwszy styka się z nią jest wyznaczana według testu wymagającego, by płyta po uformowaniu ochłodziła się naturalnie pomiędzy matrycami do temperatury 325°K. Na ogół można wybrać temperaturę wyższą od tej temperatury minimalnej, tak aby można było wyjąć płytę pomiędzy matryce po czasie krótszym niż odpowiadającym naturalnemu ochładzaniu się do 325°K, a mimo to uzyskuje się sprężynowanie mniejsze od 3,17 mm na długości 750 mm. Ponadto można wybrać temperaturę wyższą od temperatury minimalnej, a następnie wykorzystać obieg chłodziwa przez matryce, by skrócić czas i zmiany przebiegu temperatury i mimo

to uzyskać sprężynowanie mniejsze 3,17 mm na długości 750 mm.

Sposób według niniejszego wynalazku można zastosować do szerokiego zakresu metali, a w szczególności do nie zawierającego miedzi szeregu stopów aluminium 7xxx (np. 7005) 5xxx, 3xxx i 1xxx.

Poza możliwością zastosowania płyty o grubości, na przykład 2,54 cm i więcej, na przykład do 7,62 cm, w wycinkki kuli stosowane do budowy zbiorników na płynny gaz, sposób według wynalazku można również zastosować do formowania sekcji kadłuba statku z płyty o grubości, na przykład 4,75 mm.

Przedmiot wynalazku objaśniony jest bliżej na przykładach urządzenia uwidocznionego na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do kształtowania na gorąco płyty metalowej, w widoku z góry, pokazane schematycznie, fig. 2 — część urządzenia z fig. 1 w widoku z boku, pokazaną także schematycznie, fig. 3 — inny przykład wykonania urządzenia, w widoku z boku, pokazane schematycznie; fig. 4 — płytę ukształtowaną sposobem według wynalazku, w widoku z góry, a fig. 5 — urządzenie w jeszcze innym przykładzie wykonania, w widoku z boku, pokazane schematycznie.

Na fig. 1 przedstawiono urządzenie do kształtowania płyty według wynalazku, w widoku z góry. Dwie matryce z fig. 1 uwidoczniono w rzucie bocznym na fig. 2. Przy wykonywaniu najkorzystniejszego sposobu według wynalazku, płytę ze stopu aluminium typu 5083 (o stanie odpuszczenia oznaczonym literą F) w stanie wałcowym umieszcza się w piecu 1 w maksymalnej temperaturze wygrzewania nie przewyższającej 773°K. Szybkość rozgrzewania wynosi na ogół, od temperatury pokojowej do temperatury wygrzewania, dwadzieścia trzy minuty na cm grubości płyty. Maksymalny czas przebywania w podwyższonej temperaturze wynosi od zera do ośmiu godzin i na ogół nie będzie przekraczał 1 godziny, przy czym na ogół dąży się do stosowania czasu wygrzewania 1/2 godziny.

Po odpowiednim wygrzewaniu płytę przenosi się do obszaru wyjściowego 2, gdzie jest chwyтана przy użyciu przenośnika przysawkowego. Płyta jest przeznaczona przy użyciu przenośnika na wierzch matrycy 3. Stosuje się dostateczną liczbę przysawek, by nie wytworzyły się ostre lokalne załamania lub wygięcia w gorącej płycie.

Matryca 3 jest wyposażona w rolki 4 tak, że można ją wysunąć pod stempel 5. Gdy płyta 6 i matryca 3 znajdują się pod stemplem 5, stempel opuszcza się przy użyciu podnośnika 7. Duża waga stempla powoduje, że forsowanie zachodzi bez widocznego zahamowania jego ruchu w dół. Szybkość opuszczania stempla 5 jest rzędu 2,5 do 5 cm na sekundę. Najkorzystniej jest gdy waga stempla 5 jest wystarczająca do wywarcia na płytę średniego ciśnienia wynoszącego 245 hPa w chwili gdy płyta przylega do stempla i matrycy.

Temperatura płyty nie powinna być niższa od 700°K gdy stempel 5 jest opuszczany do położenia na matrycy 3. Płyta pozostaje pomiędzy stem-

plem i matrycą dopóki jej temperatura nie osiągnie 478°K.

Na fig. 3, zilustrowano urządzenie do kształtowania płyty według wynalazku, przy czym wykorzystuje się pojedynczy stempel 8 i szereg matryc 9a, 9b, 9c. Płyta 10a na matrycy 9a jeszcze nie jest uformowana; tak samo płyta 10b. W przeciwieństwie do nich, płyta 10c została już uformowana i można ją teraz wyjąć do dalszej obróbki.

Na fig. 4 przedstawiono typowy kształt płyty stosowanej do wytwarzania sekcji kulistych zbiornika skroplonego gazu.

Na fig. 5 zilustrowano inny przykład urządzenia do kształtowania płyty, w którym palniki 11 w stemplu 12 są skierowane na płytę 13 w celu doprowadzenia płyty do pożądanej temperatury formowania na gorąco. Gdy płyta osiąga pożądaną temperaturę, stempel opuszcza się i zachodzi formowanie. Płyta może być nagrzewana także ciepłem promieniowania.

Na ogół, przy obróbce materiałów, które nie są podatne na utwardzanie za pomocą obróbki cieplnej, np. aluminium o typie stopu 5083, najkorzystniej jest, by wybrać parametry tak, aby zmniejszyć do minimum rekrytalizację, w celu utrzymania wytrzymałości na najwyższym możliwym poziomie.

Przedmiot wynalazku objaśniony jest także za pomocą następujących przykładów kształtowania płyty.

Przykład I. Matryca miała kształt prostokątny w przekroju poziomym i zawierała szkielet konstrukcji z płyt stalowych o grubości 1,9 cm. Przybliżone rozmiary matrycy wynosiły 510 cm szerokość, 1500 cm długość i 240 cm wysokość. Gotowa matryca ważyła 104 000 kg. Podłużne zebra były ponacinane od góry, do połowy wysokości, a płyty poprzeczne miały szczeliny sięgające od dołu do połowy wysokości. Szczeliny podłużnych zeber znajdowały się w odległości w przybliżeniu 150 cm, a szczeliny płyt poprzecznych znajdowały się w odstępach w przybliżeniu równych 120 cm. Po złożeniu zespołu przez opuszczenie podłużnych zeber na płyty poprzeczne, przy właściwym ustawieniu położenia szczelin, by uzyskać zespół klatki o kształcie wypukłym, podłużne zebra tworzyły razem z poprzecznymi płytami komory o kształcie prostokątnym w przekroju poprzecznym i rozmiarach w przybliżeniu równych 120×150 cm. W każdej z tych komór zamocowano drogą spawania płytę denną na głębokości w przybliżeniu równej 30 cm w głąb komory. Zastosowanie tych płyt miało na celu uniknięcie zbędnego zużycia materiału ogniotrwałego. Dokładnie w środku matrycy umieszczono kołek sięgający w dół, do dna matrycy. Umożliwiło to obrotowe zamocowanie deski równającej, której dolna powierzchnia odpowiadała części wielkiego koła odpowiadającego wewnętrznej kuli o średnicy 3000 cm, której wycinki w kształcie skórek obranej pomarańczy miały być wytwarzane przy użyciu wspomnianej matrycy. Deska równająca była ustawiona w taki sposób, że górna powierzchnia warstwy o grubości 30 cm dającego się odlewać materiału ogniotrwałego sięgała na 5 cm powyżej górnej powierzchni podłuż-

nych zeber i płyt poprzecznych. Dający się odlewać materiał ogniotrwały, np H-W ES Castable, produkowany przez Harbison-Walker Refractories Company z Pittsburgha, wlewano do poszczególnych komór i używano deski równającej do utworzenia górnej powierzchni matrycy o żądanym promieniu kuli. Postępowanie przy wyrównywaniu było podobne do opisanego w amerykańskim opisie patentowym nr 3030259 zatytułowanym „Sposób wytwarzania precyzyjnych wyrobów z mas plastycznych”, za wyjątkiem tego, że dolny koniec deski równającej jest podtrzymywany w tym przypadku przez płyty prowadzące deskę równającą wycięte do odpowiedniego kształtu i przymocowane tak, że wystają ponad podłużne zebra i płyty poprzeczne na zewnętrznym obwodzie matrycy; oraz tego, że kołek z mechanizmem obrotowym jest przymocowany do zespołu kratownicy, a nie do podłoża. Ogniotrwałe uchwyty przymocowane do stalowej ramy miały za zadanie zamocowanie materiału ogniotrwałego do ramy. Uchwyty te wykonywano w postaci niewielkich wzmocnień z drutu, które wiązały materiał ogniotrwały z konstrukcją. W materiale ogniotrwałym umieszczono rury chłodzące, w celu umożliwienia przyspieszenia odprowadzania ciepła z matrycy, bądź w czasie formowania, bądź po zakończeniu jednego procesu formowania i przed rozpoczęciem następnego.

Materiał ogniotrwały H-W ES Castable jest złożony z glinianu wapniowego i gliny ogniotrwałej i zawiera w procentach wagowych 39% krzemionki, 40% glinu, 13% wapnia, 5% tlenku żelaza (Fe_2O_3) oraz 1% tytanu. H-W ES Castable oznaczony jest według klasyfikacji ASTM jako C 401-68 klasa A i B. Ma on maksymalną temperaturę pracy 1588°K. Do uzyskania 1 m³ odlanego materiału potrzeba 1920 kg ogniotrwałego materiału w stanie suchym, zaś dla doprowadzenia suchego materiału ogniotrwałego do stanu nadającego się do odlewania potrzeba około 8,5 l wody na 100 kg suchego materiału ogniotrwałego. Gęstość tego materiału po wysuszeniu w temperaturze 385°K wynosi 1,8 g/cm³. Jego umowna wytrzymałość na zerwanie, po wysuszeniu w temperaturze 385°K wynosi 65 do 85 kG/cm²; po ogrzaniu do 810°K, 36 do 50 kG/cm²; po ogrzaniu do 1088°K, 36 do 50 kG/cm²; po ogrzaniu do 1533°K, 29 do 50 kG/cm². Jego wytrzymałość na kruszenie w stanie zimnym, po wysuszeniu w temperaturze 385°K wynosi 1,8 g/cm³. Jego umowna wytrzymałość na zerwanie, po ogrzaniu do 810°K, 225 do 325 kG/cm² oraz po ogrzaniu do 1533°K, 180 do 235 kG/cm². Jego zmiany wymiarów liniowych po wysuszeniu w 385°K są procentowe niezauważalne; po ogrzaniu do 810°K, od 0 do -0,2; po ogrzaniu do 1088°K, 0 do -0,3; oraz po ogrzaniu do 1533°K, +0,1, do -1,0.

Jeśli chodzi o stempel to miał on na ogół taką samą konstrukcję oraz ogólną długość i szerokość, jak matryca. Jego całkowita wysokość wynosiła około 300 cm, a waga w stanie gotowym wynosiła 119000 kg. Do wykonania dolnej powierzchni stempla jako formę użyto matrycę. Powierzchnię matrycy pokrywa się arkuszem gumy o grubości za-

sadniczo takiej samej jak płyt, które będą formowane pomiędzy matrycą a stemplem. Stempel umieszcza się na arkuszu gumy i wlewa się materiał ogniotrwały do komór od góry. Arkusz gumy tworzy wówczas dolną lub dopasowaną powierzchnię stempla. Tak samo jak poprzednio materiał ogniotrwały jest zamocowany do stalowej ramy przy użyciu ogniotrwałych zaczepów. W materiale ogniotrwałym również znajdują się rury chłodzące, w celu zwiększenia możliwości odprowadzania ciepła.

Przykładowe postępowanie według sposobu jest następujące:

Stop aluminiowy typu 5083 o następującym składzie procentowym liczącym wagowo: 0,09 krzemu, 0,22 żelaza, 0,06 miedzi, 0,72 manganu, 4,80 magnezu, 0,09 chromu, 0,05 cynku, 0,04 tytanu, reszta aluminium, poddano wstępnemu wygrzewaniu w ciągu co najmniej 4 godzin w temperaturze od 728°K do 766°K. Wlewki następnie poddano walcowaniu na gorąco w temperaturze 730°K będącej temperaturą wyjściową przed walcowaniem, na płytę o grubości $36,40 \pm 1,27$ mm, szerokości 4850 mm i długości 10,160 mm. Płytę tę pocięto, by uzyskać kształt pokazany na fig. 4, przy czym wąski koniec miał 2210 mm, szeroki koniec — 4318 mm a długość wynosiła 8635 mm. Ukształtowaną płytę o stopniu odpuszczenia F, odpowiadającą ASME SB-209 „Specyfikacji dla płyt ze stopów aluminiowych”, jeśli nie zostanie podane inaczej poniżej, umieszczano następnie w piecu o temperaturze 766°K. Nagrzewanie płyty do temperatury pieca zajęło 1 godzinę i 15 minut. Po piętnastu minutach wygrzewania w tej temperaturze płytę wyjęto do formowania. Ogrzaną płytę umieszczono na matrycy i, zanim temperatura płyty obniżyła się do 699°K, opuszczono stempel do zetknięcia z płytą. Pomiędzy wyjęciem płyty z pieca i zetknięciem się z nią stempla po raz pierwszy upłynęło dwie minuty, w czasie których temperatura płyty spadła o 310°K. Dalsze opuszczanie stempla nadało płycie wygięcie równe krzywiznie matrycy i stempla tj. o promieniu 1500 cm. Płytę następnie pozostawiono pomiędzy matrycami dopóki temperatura nie obniżyła się do 478°K, to znaczy w tym przypadku w czasie około 1 godziny i 30 minut, po czym podniesiono ją na stojak i pozwolono, by ochłodziła się w powietrzu. Przez rury chłodzące nie przepuszczano chłodziwa w tym przypadku. Przy użyciu standardowych próbek ASTM E8 na rozciąganie o średnicy 12,7 mm i długości pomiarowej wynoszącej 108 mm, uformowana płyta wykazała, w kierunku poprzecznym (w odniesieniu do orientacji płyty w czasie walcowania na gorąco), wytrzymałość na rozciąganie 33 kG/mm², granicę plastyczności 16 kG/mm² oraz wydłużenie 21%. W kierunku podłużnym (znowu względem orientacji płyty w czasie walcowania na gorąco) płyta wykazywała wytrzymałość na rozciąganie 32,5 kG/mm², granicę plastyczności 16 kG/mm² oraz wydłużenie 21%.

Przykład II. Wszystkie parametry były takie same jak w przykładzie I, za wyjątkiem następujących. Grubość płyty wynosiła $37,13 \pm 4,27$ mm. Przed umieszczeniem na matrycy płytę w tym

przykładzie nagrzewano w ciągu jednej godziny i czterdziestu pięciu minut do temp. 766°K i poddano wygrzewaniu w temp. 760°K. Czas przeniesienia z pieca do rozpoczęcia formowania wynosił dwie minuty, w ciągu których temperatura spadła o 313°K. Czas ochłodzenia do 478°K wynosił 55 minut. Płyta miała w kierunku długości następujące właściwości: wytrzymałość na rozciąganie 32,5 kG/mm², granica plastyczności 15,5 kG/mm² oraz wydłużenie 23%, podczas gdy w kierunku podłużnym wytrzymałość na rozciąganie wynosiła 33 kG/mm², granica plastyczności 15,5 kG/mm², a wydłużenie 23%.

Przykład III. Parametry były takie jak w przykładzie I, za wyjątkiem następujących. Grubość płyty wynosiła $36,60 \pm 1,27$ mm. Użyty stop aluminium 5083 miał skład w procentach wagowych: krzemu 0,10%, żelaza 0,13%, miedzi 0,07%, manganu 0,84%, magnezu 4,90%, chromu 0,10%, cynku 0,03%, tytanu 0,02%, reszta aluminium. Nagrzewanie płyty przed formowaniem pomiędzy matrycami zajęło jedną godzinę i czterdzięci minut do osiągnięcia temperatury 766°K i płyta pozostawała w tej temperaturze w ciągu trzydziestu minut. Czas przenoszenia wynosił 2 minuty i towarzyszyło mu ochłodzenie 303°K. Czas ochłodzenia do 478°K wynosił jedną godzinę i 18 minut. Uformowana płyta wykazywała w kierunku poprzecznym wytrzymałość na rozciąganie 32 kG/mm², granicę plastyczności 15,5 kG/mm² i wydłużenie 22%. Dla kierunku podłużnego wytrzymałość na rozciąganie wynosiła 32 kG/mm², granica plastyczności 15,5 kG/mm², a wydłużenie 23%.

Przykład IV. Parametry były takie jak w przykładzie I, za wyjątkiem następujących. Grubość płyty wynosiła $36,60 \pm 1,27$ mm. Zastosowano stop aluminium typu 5083 o składzie wyrażonym w procentach wagowych: krzemu 0,11%, żelaza 0,16%, miedzi 0,06%, manganu 0,83%, magnezu 4,77%, chromu 0,10%, cynku 0,05%, tytanu 0,02%, reszta aluminium. Nagrzewanie tej płyty do temperatury 766°K zajęło dwie godziny i w tej temperaturze wygrzewano płytę w ciągu pięćdziesięciu pięciu minut. Czas przenoszenia wynosił dwie minuty, a w tym czasie nastąpiło ochłodzenie płyty o 310°K. Czas ochłodzenia do 478°K wynosił 48 minut. Właściwości płyty w kierunku poprzecznym były następujące: wytrzymałość na rozciąganie 32,5 kG/mm², granica plastyczności 15,5 kG/mm² oraz wydłużenie 22%. W kierunku podłużnym wytrzymałość na rozciąganie wynosiła 32 kG/mm², granica plastyczności 15,5 kG/mm² i wydłużenie 23%.

Przykład V. Przy użyciu matrycy i stempla opisanych w przykładzie I, płytę zwężającą swą grubość w kierunku walcowania, to znaczy w kierunku podłużnym z 76,2 mm do 38,1 mm na odległość 2286 mm (mierzonej w kierunku podłużnym) a mającą stałą grubość 38,1 mm na pozostałej części długości, uformowano na kształt kuliste go wycinka, przy czym nie wystąpiło wybrzuszenie gotowego wyrobu. Długość płyty wynosiła 8890 mm, a jej szerokość 4,927 mm. Początkowo zetknięcie stempla z płytą nastąpiło w temperaturze pomiędzy 699 i 715°K. Temperatura pieca do wstępnego rozgrzewania przed formowaniem wyno-

siła 771°K. Stempel miał dostateczną swobodę ruchu wahliwego, by przyjąć na jednym końcu płytę o grubości przy brzegu równej 76,2 mm. Grubość płyty pozostała w procesie formowania zasadniczo nie zmieniona, obróbka po prostu nadała płycie krzywiznę wewnętrzną o promieniu kuli odpowiadającym krzywiznie matrycy we wszystkich miejscach, za wyjątkiem sąsiedztwa przejścia pomiędzy zważającą się częścią płyty i częścią o jednostajnej grubości.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób kształtowania na gorąco płyty metalowej, obejmujący umieszczanie ogrzanej płyty metalowej pomiędzy matrycami a stemplem, prasowanie płyty pomiędzy matrycą i stemplem oraz wyjmowanie ukształtowanej płyty metalowej, **znamienny tym**, że płytę metalową nagrzewa się początkowo do temperatury niższej od temperatury, w której następuje topnienie ziaren na ich granicach, a następnie umieszcza się na matrycy, której temperatura jest niższa niż temperatura płyty, a temperaturę stempla utrzymuje się poniżej temperatury płyty, przy czym temperatura płyty, gdy styka się z nią stempel po raz pierwszy w czasie prasowania, jest co najmniej dostatecznie wysoka, by utrzymać sprężynowanie poniżej 3,17 mm na długości 750 mm, jeśli płytę pozostawi się po uformowaniu by ochłodziła się

naturalnie pomiędzy matrycami do temperatury 325°K, następnie stempel dociska się do matrycy z dostatecznym ciśnieniem, wytwarzanym przez wagę stempla do przyjęcia przez płytę kształtu matrycy, przy czym waga stempla stykającego się z płytą, po przyjęciu przez nią kształtu matrycy, wytwarza ciśnienie do 6865 hPa, a płytę utrzymuje się pomiędzy matrycą a stemplem dopóki przebieg temperatury w czasie po opuszczeniu stempla nie będzie taki, że po otwarciu matrycy nastąpi sprężynowanie poniżej 3,17 mm na długości 750 mm.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że temperaturę płyty w chwili gdy stempel styka się z nią po raz pierwszy w fazie opuszczania utrzymuje się na wysokości 699°K, a płytę pozostawia się pomiędzy matrycą a stemplem dopóki temperatura płyty nie osiągnie 478°K.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że płycie metalowej, podczas kształtowania między matrycą a stemplem nadaje się kształt wycinka powierzchni kulistej.

4. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3, **znamienny tym**, że stosuje się płytę o grubości co najmniej 2,54 mm.

5. Sposób formowania metalu według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się matrycę i stempel wykonane z materiału ogniotrwałego.

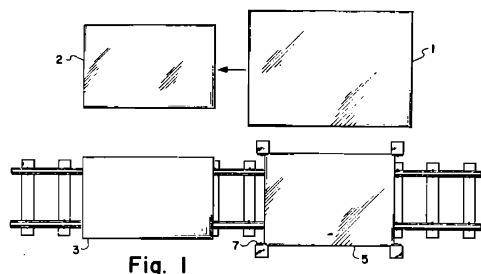


Fig. 1

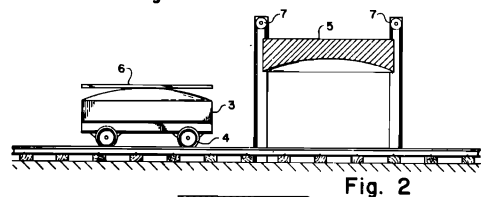


Fig. 2

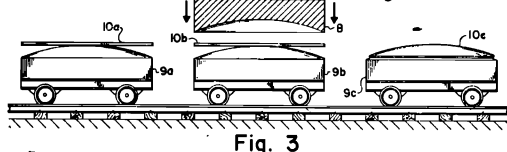


Fig. 3

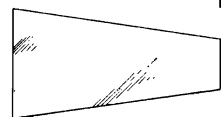


Fig. 4

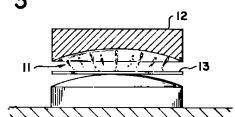


Fig. 5