

C21d 9/08

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 30367

Kl. 18c, 2/24

Howard Edward Somes, Michigan, Michigan

18c. 9/08

Sposób obróbki cieplnej wydrążonych przedmiotów pierścieniowych i urządzenie do wykonywania tego sposobu

Zgłoszono 19 listopada 1936

Udzielono 2 lutego 1942

Pierwszeństwo: 21 listopada 1935 dla zastrz. 1 — 3, 6 — 17, 24 i 25; 20 sierpnia 1936 dla zastrz. 4 i 19 — 22;
22 września 1936 dla zastrz. 5, 18 i 23 (Stany Zjednoczone Ameryki)

Wynalazek niniejszy dotyczy ogólnie obróbki cieplnej wydrążonych przedmiotów z zastosowaniem ogrzewania prądem wzbudzonym, zwłaszcza przedmiotów, których ścianki lub inne części podlegające ogrzewaniu są niedostępne od zewnątrz, lub też przedmiotów, których części zewnętrzne, bardziej odległe, nie powinny być niepotrzebnie ogrzewane.

Jednym z zastosowań wynalazku w praktyce jest ogrzewanie ścianek bębna hamulcowego podczas jego obróbki cieplnej, np. hartowania, normalizowania lub wyżarzania, w tym przypadku, gdy kształt zewnętrznej powierzchni bębna nie pozwala na nałożenie na nią zwojów indukcyjnych

z powodu obecności żeber, uch lub innych występow względnie gdy obróbka cieplna ma być w mniejszym lub większym stopniu ograniczona do wewnętrznej powierzchni przedmiotu.

Inne zastosowanie o wielkiej wartości znajduje w praktyce wynalazek przy masowej produkcji piast kół samochodowych, połączonych ze sobą piast i tylnych płyt bębna hamulcowego lub też połączonych ze sobą piast i bębnow hamulcowych, gdy pożądana jest obróbka cieplna tylko wewnętrznego pierścienia łożyska lub cylindra z twardego materiału przez takie utwardzanie wewnętrznej, cylindrycznej części piasty, aby mogła ona sama stanowić po-

wierzchnię łożyskową lub powierzchnię bieżniową łożysk wałkowych. Obróbka taka wymaga ogrzewania do żądanej temperatury tylko wewnętrznej części piasty, zanim ciepło wskutek przewodnictwa zdąży przejść do bardziej odległych warstw metalu w ilości, wystarczającej do niedopuszczalnego podniesienia ich temperatury.

Innym zastosowaniem wynalazku niniejszego jest obróbka cieplna cienkościennej cylindrów o dużej odporności na ścieranie i wytrzymałości mechanicznej przy jak najmniejszej wadze.

Ogrzewanie wydrążonego przedmiotu od zewnętrznej lub wewnętrznej powierzchni jego ścianek przez wzbudzanie prądów elektrycznych przy użyciu cewki indukcyjnej, otaczającej przedmiot, jest znane. Zwykle cewka indukcyjna posiada obwód magnetyczny, złożony przeważnie z powietrza i materiału niemagnetycznego, z wyjątkiem przypadku, gdy materiał ogrzewanego przedmiotu, stanowiący część obwodu magnetycznego cewki, może być magnetyczny. Stwierdzono, że ten sposób nie jest ekonomiczny w zastosowaniu do ogrzewania wewnętrznych powierzchni wydrążonych przedmiotów, zwłaszcza wtedy, gdy wymagane jest szybkie ogrzewanie przedmiotów o małej wewnętrznej średnicy, np. o średnicy około 30 cm.

Próby takiego ogrzewania za pomocą cewki zwykłego typu z rdzeniem powietrznym, czyli indukcyjnej cewki bezrdzeniowej, nie udały się prawdopodobnie wskutek niemożności przepuszczenia silniejszego prądu elektrycznego przez taką cewkę, co jest konieczne w celu szybkiego ogrzewania przedmiotu i uniknięcia zniszczenia cewki lub innych części grzejnika.

Stwierdzono również, że silny prąd wzbudzony można wytworzyć przez zastosowanie pierwotnej cewki wzbudzającej, zaopatrzonej w rdzeń o dużej przenikliwości magnetycznej, wykonany najlepiej z blaszek rozmieszczonych promieniowo,

lub też w rdzeń o innej równoważnej konstrukcji. Rdzeń przy tym musi posiadać dużą przenikliwość magnetyczną i stawiać duży opór prądom wirowym, a zwłaszcza prądom wzbudzonym, dążącym do przepływania po drogach prostopadłych do kierunku przepływu strumienia magnetycznego. Gdy w rdzeniu wytwarzane są wysokie temperatury, to wówczas korzystnie jest wykonać rdzeń ze stali stopowej o takim składzie chemicznym, żeby stal ta i po ogrzaniu zachowywała swe właściwości magnetyczne, np. ze stali kobaltowo-niklowej o dużej zawartości kobaltu (około 70%). Rdzeń jest wykonany w ten sposób, że tworzy zamknięcie obwodu elektromagnetycznego przez jak najmniejszą szczelinę magnetyczną utworzoną wspólnie ze ścianką lub częścią kadłuba ogrzewanego przedmiotu, wykonanego zazwyczaj ze stali węglowej lub stali stopowej.

Taka zdolność cewki indukcyjnej do pobierania dużej ilości wejściowej energii elektrycznej jest ważna wtedy, gdy chodzi o hartowanie wewnętrznej, cylindrycznej powierzchni piasty samochodowej, wykonanej ze stali węglowej lub stopowej, bez nagrzewania bardziej odległych części piasty, które mogłoby zmienić ich właściwości.

Rdzeń cewki jest wykonany z blaszek w ten sposób, że obejmuje część wewnętrzną i części końcowe pierwotnego uzwojenia cewki indukcyjnej tworząc razem z częścią obrabianego przedmiotu zasadniczo całkowitą osłonę lub opancerzenie pierwotnego uzwojenia cewki indukcyjnej. Wskutek tego strumień magnetyczny jest ograniczony tylko do rdzenia i ogrzewanej części przedmiotu, co jest korzystne z tego względu, że inne części grzejnika, np. pierścienie do łączenia blaszek rdzenia i nasada do centrowania grzejnika indukcyjnego wewnątrz piasty, są zabezpieczone przed przepływem przez nie większej części strumienia magnetycznego, a przynajmniej takiej części, któ-

ra mogłaby spowodować niepotrzebne nagrzewanie się tych części grzejnika.

Dalszym celem wynalazku niniejszego jest zmniejszenie oporności magnetycznej tej części drogi strumienia magnetycznego cewki indukcyjnej, która leży wewnątrz wydrążonego przedmiotu; w takim stopniu, aby ona mogła być zrównana z opornością magnetyczną tej części drogi, która leży zewnątrz wydrążonego przedmiotu, w przypadku stosowania cewki indukcyjnej, otaczającej przedmiot z zewnątrz. Uzyskuje się to przez umieszczenie rdzenia magnetycznego wewnątrz cewki indukcyjnej. Obróbkę cieplną zewnętrznych powierzchni przedmiotu o przekroju kołowym za pomocą indukcji elektromagnetycznej uskutecznia się łatwo za pomocą cewek bez rdzenia magnetycznych dzięki temu, że powietrzna część obwodu elektromagnetycznego posiada również małą oporność magnetyczną. Gdy jednak materiał obrabianego przedmiotu stanowi uzwojenie wtórne cewki indukcyjnej, np. przy obróbce cieplnej wewnętrznych powierzchni przedmiotów wydrążonych, to wówczas zachodzi zjawisko zupełnie odmienne. Przez to, że zewnętrzna część powietrzną obwodu elektromagnetycznego otacza się ogrzewanym przedmiotem, ogranicza się jego powierzchnię i tym samym zwiększa się oporność magnetyczną. Przy obróbce cieplnej przedmiotów wydrążonych o małej średnicy wewnętrznej, jak np. piast kół samochodowych, powierzchnia ograniczonej powietrznej części obwodu staje się tak mała, że oporność magnetyczna obwodu, magnetycznego może być dziesięć lub dwanaście razy większa od oporności powietrznej części obwodu magnetycznego cewki indukcyjnej, użytej do obrabiania zewnętrznych powierzchni przedmiotów. Stwierdzono, że wspomniana wyżej okoliczność jest przyczyną niepowodzeń wcześniejszych prób ogrzewania przedmiotów wydrążonych za pomocą bezrdzeniowych cewek indukcyjnych, przy

czym przyczyna ta dotychczas była nieznaną. Zużycie energii elektrycznej przy obróbce cieplnej wydrążonych przedmiotów o stosunkowo małej średnicy wewnętrznej, np. piast kół samochodowych, za pomocą bezrdzeniowej cewki indukcyjnej jest niewłaściwe ze względów ekonomicznych. Było by również praktycznie biorąc rzeczą niewykonalną umieszczenie w tak ograniczonej przestrzeni dostatecznie dużej cewki indukcyjnej, która mogłaby przewodzić silny prąd elektryczny, niezbędny do wytworzenia w cewce indukcyjnej strumienia magnetycznego, wymaganego przy takiej obróbce cieplnej.

Według wynalazku niniejszego doprowadza się tak dużą ilość energii elektrycznej wewnątrz wydrążonego przedmiotu, którego powierzchnia zewnętrzna ma być poddana obróbce cieplnej, że stwarza się stan opierścienienia. Pod wyrażeniem „stan opierścienienia” należy tu rozumieć taki rozkład naprężeń ściskających na wewnętrznej, obrabianej powierzchni i naprężeń rozciągających na zewnętrznej, nie obrabianej cieplnie powierzchni wydrążonego przedmiotu, który zmniejsza wyskok krzywej naprężeń warstwy ścianki mieszczącej się pomiędzy jej powierzchnią wewnętrzną i powierzchnią zewnętrzną. Zasada opierścienienia została powszechnie przyjęta w technice przy wyrobie luf i zwykle uzyskuje się to opierścienienie bądź przez nałożenie z zewnątrz na lufy wzmacniających pierścieni lub pasów, bądź też przez stłaczanie od wewnątrz wewnętrznych warstw ścianki lufy pod dużym ciśnieniem hydraulicznym. Dopiero sposób według wynalazku niniejszego ujawnia nieznaną dotychczas możliwość wywoływania zjawiska opierścienienia w całej masie ścianki wydrążonych przedmiotów przez obróbkę cieplną za pomocą indukcji elektromagnetycznej.

Według wynalazku niniejszego stan opierścienienia osiąga się przez ogrzewanie przy szybkim doprowadzaniu tak dużej

ilości energii elektrycznej, żeby nie było łagodnego spadku temperatury pomiędzy warstwą wewnętrzną obrabianego przedmiotu, ogrzaną powyżej temperatury rekalescencji, a jego warstwą zewnętrzną, utrzymywaną w temperaturze tak niskiej, że znacznie ułatwia ona nagłe ochładzanie warstwy wewnętrznej. Wytwarza się przy tym duża różnica temperatur wyżej wspomnianych warstw. Następnie gdy ta temperatura zostanie osiągnięta, przerywa się nagłe doprowadzanie energii i przedmiot raptownie chłodzi się, zanim jeszcze nastąpi zmiana w powyższym rozkładzie temperatur. Ochładzanie następuje tak nagłe i przeprowadza się je z tak równomierną szybkością w zastosowaniu do warstwy przedmiotu ogrzanej do temperatury rekalescencji, że nie tylko osiąga się nagły przeskok twardości w kierunku od ogrzanej warstwy wewnętrznej do nieogrzewanej warstwy zewnętrznej, lecz również hartowana warstwa przedmiotu uzyskuje równomierną i wielokrotnie zwiększoną twardość, warstwa zaś zewnętrzna będzie posiadała równomierną i normalną twardość, niezmienną przez obróbkę cieplną. Następnie stan opierścienienia i zwiększenie wytrzymałości uzyskuje się przez takie regulowanie stopnia twardości oraz grubości wewnętrznej warstwy hartowanej w porównaniu do grubości warstwy zewnętrznej, niehartowanej, że krzywa wytrzymałości ścianki hartowanego przedmiotu wykazuje zwiększenie jej największej wytrzymałości.

Innym celem wynalazku jest obróbka cieplna przedmiotów o wydrążonym przekroju, posiadających jednolitą ściankę w stanie takiego opierścienienia, iż jej wytrzymałość jest znacznie zwiększona. Dotyczy to zwłaszcza przedmiotów o stosunkowo cienkich ściankach i o małej średnicy, a mianowicie o średnicy równej w przybliżeniu średnicy otworów piast kół samochodowych, cylindrów silnika itd.

Przy masowej produkcji niektórych przedmiotów stwierdzono, że możliwa i bardzo korzystna jest nieznaczna zmiana kształtu przedmiotu obrabianego, w niniejszym przykładzie piasty koła, w celu umożliwienia szybkiego ogrzewania przez indukcję przy najmniejszej stracie ciepła i energii elektrycznej bez pogarszania mechanicznej wytrzymałości.

Cele i zalety wynalazku niniejszego stają się łatwo zrozumiałe z przykładów wykonania wynalazku, omówionych w dalszym ciągu opisu i przedstawionych na rysunku.

Fig. 1 przedstawia przekrój podłużny grzejnika w korzystnej postaci wykonania wynalazku, fig. 2 — widok z góry części blaszki rdzenia grzejnika, wystającej poza uzwojenie pierwotne cewki indukcyjnej, fig. 3 — widok perspektywiczny odmiany przewodnika rurowego w zwiększonej półdługości, fig. 4 i 5 przedstawiają widok z góry i przekrój poprzeczny odmiany blaszki rdzeniowej, fig. 6 — schematyczny widok z przodu grupowego układu grzejników, fig. 7 — widok z góry urządzenia według fig. 6, fig. 8, 9 przedstawiają przekrój podłużny i poprzeczny obrabianej cieplnie części piasty koła samochodowego w stanie opierścienienia, fig. 10 i 11 — przekroje podłużne odmiany urządzenia z zastosowaniem całkowitego i natychmiastowego ochładzania, przy czym fig. 10 przedstawia zarówno cewkę indukcyjną, jak i dyszę natryskową w położeniu roboczym wewnątrz obrabianego przedmiotu, a fig. 11 — urządzenie, którego cewka została usunięta, natomiast czynna jest w nim tylko dysza natryskowa. Fig. 12 przedstawia krzywą twardości różnych warstw ścianki i stosunek pomiędzy strefami wewnętrzną i zewnętrzną ścianki. Fig. 13 przedstawia rozkład naprężeń w ściance przedmiotu przed obróbką i po obróbce. Fig. 14 przedstawia widok z boku i częściowy przekrój odmiany urządzenia z ochładzaniem zewnętrznej

powierzchni przedmiotu podczas ogrzewania, fig. 15 — przekrój pionowy cylindra, obrobionego według wynalazku niniejszego, fig. 16 — przekrój poprzeczny wzdłuż linii 16—16 na fig. 15, fig. 17, 18 — schematyczny przekrój pionowy odmiany urządzenia w zastosowaniu do obróbki cieplnej cylindrów, przy czym na fig. 17 przedstawiono grzejnik wewnątrz przedmiotu podczas ogrzewania, a na fig. 18 — położenie urządzenia względem obrabianego przedmiotu podczas ochładzania.

Fig. 1 i 2 przedstawiają grzejnik w zastosowaniu do ogrzewania od wewnątrz w celu obróbki cieplnej wewnętrznej powierzchni 3 piasty 1 koła samochodowego, która ma pracować jako powierzchnia ślizgowa łożyska koła.

Powierzchnia wewnętrzna piasty 1, np. stanowiącej jednocześnie całość z bębnem hamulcowym, lub też piasty dowolnego typu koła samochodowego, stanowi wewnętrzną powierzchnię 3 łożyska wałkowe. Piasta 1 jest zaopatrzona w zwykłe zwężone wydrążenie osiowe 2 na jej końcu zewnętrznym i stosunkowo szeroki otwór na łożysko wałkowe przy jej końcu wewnętrznym, przy czym otwór na łożysko jest zaopatrzony na jego ścianie wewnętrznej w wystający promieniowo do wewnątrz występ 4, który w niniejszym przykładzie powinien być zahartowany na jego powierzchni wewnętrznej 3. Zahartowany występ 4 zastępuje zwykłą wkładkę z hartowanej stali, stanowiącą pierścień łożyskowy.

Piasta 1 jest zespolona z bębnem hamulcowym, którego część, znajdująca się w pobliżu piasty, jest oznaczona cyfrą 5. Piasta 1 posiada znormalizowane obrysy poprzeczne z pewnymi zmianami, potrzebnymi do indukcyjnej obróbki cieplnej, jak opisano w dalszym ciągu opisu, jednak nie szkodzącymi wykonywaniu przez piastę pożądanых zadań mechanicznych oraz nie zmniejszającymi jej wytrzymałości mechanicznej.

Taka zmiana znanego kształtu piasty polega głównie na nieznacznym zwężeniu pierścieniowego przekroju w miejscu 6, najlepiej przez pogłębienie na zewnątrz pierścieniowego wgłębienia 7 i dodanie żeberek wzmacniających 8. Żeberka 8 są rozmieszczone w kierunku podłużnej osi piasty, prostopadle do drogi wzbudzanych prądów. Grubość ścianki 6 może być również zmniejszona przez usunięcie części metalu na jej zewnętrznej powierzchni i zastosowanie żeberek wzmacniających, wykonanych tak, aby wytwarzały one wielką powierzchnię promieniującą i stawiały jak największy opór przepływowi prądów indukowanych. Ostatnio wymieniona konstrukcja może być zastosowana jako odmienne lub też dodatkowa postać wykonania wynalazku. Jednakże należy zaznaczyć, że przez pogłębienie ku zewnątrz wgłębienia 7 i użycie żeber 8 do wzmocnienia odgraniczanie prądów, przebiegających wewnątrz powierzchni pierścieniowej, zostaje spotęgowane, co sprzyja umiejscowieniu ciepła, wytwarzanego w piastce.

Wewnątrz piasty 1 umieszczony jest grzejnik indukcyjny, ściśle przylegający do powierzchni wewnętrznej 3 łożyska piasty 1. Składa się on z uzwojenia pierwotnego 9, utworzonego z elektrycznego przewodu rurowego 10, oraz rdzenia blaszkowego 11 o wielkiej przenikliwości magnetycznej. Rdzeń 11 jest wykonany w postaci wydrążonego cylindra, którego górne i dolne części wystają promieniowo na zewnątrz aż w pobliżu wewnętrznej powierzchni 3 piasty 1 koła i obejmują uzwojenie pierwotne 9. Zwoje uzwojenia pierwotnego 9 są odpowiednio odizolowane od rdzenia 11 i od siebie za pomocą tulei 12 i podkładek 13 z miki lub innego odpowiedniego materiału izolacyjnego. Zamiast tulei i podkładek można również stosować emalię izolacyjną znanego rodzaju.

Grzejnik 9 jest zbudowany mocno i osadzony trwale na obsadzie 14, zwężonej na

górnym końcu 15 odpowiednio do zwężonego otworu 2 piasty 1, oraz jest zaopatrzony w otwór środkowy 26 w dolnej części 21 obsady 14 dla doprowadzania wody chłodzącej, o czym będzie mowa niżej. Blaszki rdzenia 11 są rozmieszczone promieniowo dokoła obsady 14 i zaciśnięte za pomocą górnego stałego pierścienia zaciskowego 16 oraz dolnego ruchomego pierścienia zaciskowego 17, który jest dociśnięty w górę do blaszek za pomocą pierścienia podstawowego 18, pierścienia 19 oraz kapturkowej nakrętki dociskowej 20, wkręconej na zwężoną dolną część 21 obsady 14. W celu należytego rozmieszczenia kątownego blaszek rdzenia 11 dolne zewnętrzne części blaszek są osadzone każda z osobna w rozmieszczonych kątowno szczelinach promieniowych 22 obrzeża 23 pierścienia podstawowego 18. Pierścień podstawowy 18 utrzymuje w ten sposób blaszki na obsadzie 14 w prawidłowym rozmieszczeniu kątowym, podczas gdy pierścienie dociskowe 16 i 17 dociskają je do obsady 14 w celu uzyskania dobrej wymiany ciepła pomiędzy rdzeniem 11 i obsadą 14 chłodzoną wodą. Kątowe rozmieszczenie blaszek pozwala na uzyskanie dobrej izolacji pomiędzy poszczególnymi blaszkami w tych miejscach, w których gęstość strumienia magnetycznego jest największa.

Dolna końcówka 24 uzwojenia pierwotnego 9 wystaje w dół przez otwór 25 pierścienia podstawowego 18, od którego jest odizolowana warstwą powietrza lub też jakąkolwiek inną stałą izolacją. Kończówka 24 jest połączona przewodem 31 z odpowiednim źródłem 33 prądu zmiennego. Jest ona również połączona z odpowiednim źródłem czynnika chłodzącego, nieprzedstawionym na rysunku, który jednak może mieć dowolną znaną postać. Górna zaś końcówka 22' jest połączona z wydrążeniem 26 obsady 14 za pomocą otworu 27, wykonanego w ściance wydrążonej części obsady, przeznaczonej do doprowadzania czynnika

chłodzącego. Druga końcówka 24 uzwojenia pierwotnego 9 cewki jest połączona z drugim biegunem źródła prądu 33, a obieg kołowy czynnika chłodzącego dokonywa się przez obsadę 14 z zastosowaniem odpowiedniego połączenia elektrycznego oraz szczelnego na ciecz przewodu w nakrętce dociskowej 20, której koniec dolny jest zaopatrzony w otwór 28. Poza tym końcówka górna uzwojenia 9 może być odizolowana od podtrzymującej ją obsady 14 i rdzenia blaszkowego 11 za pomocą izolacyjnej rurki przechodzącej w dół przez obsadę 14 do zewnętrznych połączeń elektrycznych i połączeń przewodów czynnika chłodzącego. Grzejnik jest umieszczony na podtrzymującej go podstawie 29 za pomocą pierścienia 30.

Grzejnik i przedmiot, podlegający obróbce, są umieszczone względem siebie tak, że piasta 1 jest nałożona na grzejnik 2 i grzejnik ten jest prawidłowo scentrowany wewnątrz piasty 1 za pomocą jego zwężonego górnego przedłużenia 15 i górnego obrzeża pierścienia zaciskowego 16. Powierzchnia zewnętrzna uzwojenia pierwotnego 9 jest równoległa do obrabianej powierzchni 3 piasty 1. Uzwojenie pierwotne 9 jest zasadniczo otoczone całkowicie albo częściowo piastą, a częściowo rdzeniem blaszkowym 11, który znajduje się wewnątrz uzwojenia 9 i wystaje promieniowo poza jego brzeg górny i dolny. Jest rzeczą oczywistą, że opisana tu konstrukcja grzejnika daje nadzwyczajne skupienie energii elektrycznej przy najmniejszych stratach wskutek rozpraszania strumienia magnetycznego i wzbudzanych prądów wirowych. Aby takie skupienie energii elektromagnetycznej było jeszcze lepsze, zwłaszcza przy użyciu prądu elektrycznego o wielkiej częstotliwości, uzwojenie pierwotne grzejnika wykonuje się z przewodów w postaci rurki, przedstawionych na fig. 3. Ścianka zewnętrzna takiego przewodu jest stosunkowo gruba, natomiast inne jego ścianki są

cienkie, przy czym ścianka zewnętrzna przewodzi głównie skupiony w niej prąd elektryczny, podczas gdy ścianki wewnętrzne tworzą przede wszystkim ścianki przewodu do doprowadzania czynnika chłodzącego. Jednakże w wielu przypadkach przewód ten może być jednolity o przekroju prostokątnym lub okrągłym i stosunkowo masywny, jeżeli na to pozwalają warunki pracy. W celu zmniejszenia ilości pochłanianego przez przewód ciepła, wypromieniowywanego z powierzchni obrabianego przedmiotu, a tym samym utrzymywania nie zmniejszonej zdolności przewodzenia prądu, przewód ten może posiadać platerowaną i polerowaną powierzchnię zewnętrzną, aby silnie odbijała promieniowanie cieplne. Jakkolwiek znane jest izolowanie cieplne przez zwiększenie zdolności odbijania ciepła, to jednak zastosowanie tego rodzaju izolacji w opisanym wyżej urządzeniu jest niewątpliwie nowością. Stosowanie powierzchni odbijającej nie tylko zapobiega ogrzewaniu się przewodu wskutek pochłaniania ciepła, wypromieniowywanego z przedmiotu obrabianego, lecz sprzyja ponadto szybkiemu ogrzewaniu tego przedmiotu wskutek wielokrotnego odbijania się ciepła pomiędzy tym przewodem i przedmiotem obrabianym. Przewód korzystnie jest platerować np. chromem, po czym powłokę chromową utlenia się w celu wytworzenia błonki o dużej wartości izolacji cieplnej. Następnie po umieszczeniu grzejnika na obsadzie szlifuje się, poleruje lub w inny sposób doprowadza się do połysku powierzchnię zewnętrzną uzwojenia pierwotnego, aby otrzymać silnie odbijającą powierzchnię o dużej wartości izolacji cieplnej.

Poza tym w celu zwiększenia zdolności przewodzenia strumienia magnetycznego rdzeń wykonuje się z blaszek zaostzonych promieniowo ku wewnątrz, jak przedstawiono na fig. 4 i 5. Blaszki 35 przylegają do siebie bocznymi powierzchniami promie-

niowymi i tworzą jak gdyby pełny rdzeń pierścieniowy. Oczywiście powyższe blaszki powinny być izolowane względem siebie całkowicie lub częściowo w znany sposób, np. przez utlenienie.

Podczas pracy końcówka 24 i nakrętka dociskowa 20, które stanowią końcówki elektryczne uzwojenia pierwotnego 9 cewki indukcyjnej, są połączone przewodami 31 i 32 z odpowiednim źródłem 33 prądu zmiennego, najlepiej o wielkiej częstotliwości, przy czym czas przepływu prądu elektrycznego reguluje się za pomocą odpowiedniego przełącznika 34 lub jakiegokolwiek innego urządzenia do regulowania prądu. Po doprowadzeniu prądu elektrycznego uzwojenie pierwotne 9 cewki indukcyjnej wzbudza silny strumień magnetyczny skupiony w rdzeniu 11 i pierścieniowej części łożyskowej 4 piasty 1. Dzięki odpowiedniemu rozmieszczeniu części grzejnika 2 prąd indukcyjny zostaje skupiony w najbardziej wewnętrznej warstwie powierzchniowej występu 4, wskutek czego występ ten szybko ogrzewa się do temperatury hartowania, po czym wyłącza się prąd i zdejmuje się piastę z grzejnika oraz natychmiast ochładza się ją nagle w celu uzyskania pożądanego zahartowania miejscowego. Podczas wzbudzania prądu indukcyjnego ciepło z grzejnika rozprasza się dzięki krążeniu odpowiedniego czynnika chłodzącego w wydrążonych przewodach uzwojenia 9 i środkowym otworze 26 obsady 14. Ponieważ obsada 14 ściśle przylega do rdzenia magnetycznego 11, przeto odbywa się pomiędzy nimi dobra wymiana ciepła sprzyjająca chłodzeniu rdzenia magnetycznego 11. Krążenie cieczy chłodzącej najlepiej jest utrzymywać ciągle, tak iż chłodzenie uzwojenia 9 odbywa się w dalszym ciągu po wyłączeniu cewki i zdjęciu piasty grzejnika 2.

Podczas ogrzewania, gdy wewnętrzna powierzchnia 3 występu 4 osiągnie temperaturę rekalescencji, strefa największego

natężenia prądu indukcyjnego posuwa się w kierunku ku zewnątrz obrabianego przedmiotu. Jednakże szybkość doprowadzania energii elektrycznej jest tak duża, że wytwarzanie ciepła w części zewnętrznej przedmiotu przez takie przesunięcie ku zewnątrz strefy o największej gęstości prądu oraz wszelkie niepotrzebne ogrzewanie części zewnętrznej przedmiotu wskutek przewodnictwa nie nastąpi, zanim obrabiana powierzchnia wewnętrzna nie osiągnie żądanej temperatury hartowania. W rzeczywistości takie podnoszenie się temperatury następuje tak szybko, że zewnętrzne warstwy pierścieniowej części oraz inne przyległe części obrabianego przedmiotu pozostają dostatecznie zimne. Przy chłodzeniu wewnętrznej powierzchni łożyskowej części zewnętrzne piasty mają temperaturę znacznie niższą od temperatury hartowania, co zapewnia pożądane właściwości mechaniczne tych pozostałych części piasty.

Na fig. 8 i 9 przedstawiono przedmiot, obrobiony cieplnie sposobem według wynalazku tak, iż ścianki obrobione cieplnie znajdują się w stanie opierścienienia. Wewnętrzna, obrobiona cieplnie i zahartowana warstwa, znajdująca się przy powierzchni 3 występu 4, jest oznaczona liczbą 55 i uwydatniona na rysunku za pomocą gęstego kreskowania, natomiast zewnętrzna, nie obrobiona cieplnie warstwa posiada twardość normalną, jaką miała przed obróbką cieplną powierzchni 3, i jest oznaczona liczbą 56. Tworzywo pośrednie pomiędzy tymi warstwami jest oznaczone liczbą 57.

Na fig. 12 przedstawiono krzywą twardości różnych części prawej ścianki piasty od lewej strony ku zewnątrz ku prawej stronie, przy czym użyto podziałki twardości według Rockwella. Normalna twardość warstwy zewnętrznej 56 wynosi 10. Twardość zaś wewnętrznej, obrobionej cieplnie warstwy wynosi 58 lub 60. Twardości

warstw skrajnych i tworzywa pośredniego ścianki piasty są oznaczone za pomocą strzałek wymiarowych na wykresie fig. 12 i tymi samymi liczbami, co na fig. 8 i 9. Należy zaznaczyć, że twardość wewnętrznej, obrobionej warstwy 55 przy powierzchni 3 występu 4 i zewnętrznej, nie obrobionej cieplnie warstwy 56 jest zasadniczo równomierna w kierunku promieniowym. Należy również zaznaczyć, że tworzywo warstwy pośredniej 57 zajmuje bardzo małą przestrzeń, w przybliżeniu tylko około 0,78 mm na szerokość (co zaznaczono na podziałce linii podstawowej). Przejście pomiędzy warstwą hartowaną a niehartowaną 56 jest więc nadzwyczaj nagłe.

Wskutek wytworzenia stanu opierścienienia uzyskuje się nie tylko równomierność twardości w odpowiednich warstwach przedmiotu obrabianego oraz nagłe przejście pomiędzy twardością wewnętrzną i zewnętrzną warstwy, lecz również specjalne znaczenie posiada możliwość uzyskania zasadniczo równomiernej grubości zahartowanej warstwy w kierunku promieniowym i osiowym. Poza tym przedmiot obrabiany nie ulega zniekształceniu wskutek obróbki cieplnej, posiada bowiem identycznie ten sam kształt, co i przed obróbką. Jego wymiary są dokładne zarówno w kierunku osiowym, jak i promieniowym. Ponadto wymiary wykończonej wewnętrznej powierzchni obrabianego przedmiotu nie zostają zmienione o więcej niż 0,025 — 0,05 mm. Zatem według wynalazku niniejszego otrzymuje się nie tylko znacznie większą wytrzymałość obrabianych przedmiotów, lecz również osiąga się bardziej ekonomiczną produkcję, dzięki zmniejszeniu liczby wykańczających obróbek mechanicznych, np. szlifowania powierzchni zahartowanej, a prawdopodobnie możliwe jest całkowite pominięcie takiej obróbki wykańczającej. Polepszają się również warunki pracy, równomierność hartowania, trwałość i wytrzymałość przedmiotu na zużycie oraz uży-

skuje się lepszą charakterystykę zmęczenia tworzywa.

Jak zaznaczono poprzednio, hartowanie skutecznia się w ciągu nadzwyczaj krótkiego czasu przy jednoczesnym doprowadzaniu energii elektrycznej o niezwykle dużej mocy, około 2,3 — 3,1 kw/cm² obrabianej powierzchni, przy czym zachodzi niezmiernie małe stopniowanie temperatury pomiędzy warstwą ogrzewaną i nieogrzaną warstwą zewnętrzną przedmiotów, co przyczynia się do znacznego ułatwienia raptownego ochładzania przez nagłe przerwanie dopływu energii już po osiągnięciu stanu ogrzania, przy jednoczesnym lub następującym zaraz potem nagłym ochładzaniu, zarówno za pomocą mniej ogrzanego materiału warstwy zewnętrznej przedmiotu, jak i za pomocą pomocniczych środków chłodzących. Moc energii doprowadzonej jest tak duża, że warstwa hartowana zostaje ogrzana nieco ponad temperaturę rekalescencji w ciągu 1 — 2 sekund w przypadku obrabiania piasty samochodowej według wynalazku niniejszego. Prąd elektryczny o częstotliwości 2520 okresów doprowadza się przy pełnej mocy prądnicy 300 kilowatowej, współczynnik zaś mocy jest utrzymywany na wysokim poziomie zarówno dzięki użyciu odpowiednich pojemności elektrycznych, jak i — przede wszystkim — dzięki użyciu wewnętrznego rdzenia magnetycznego, wykonanego z cienkich blaszek.

Przy wykonywaniu sposobu według wynalazku niniejszego można stosować wszelkie znane środki ochładzające. Na fig. 10 i 11 przedstawiono ulepszoną odmianę urządzenia do ochładzania w postaci dyszy natryskowej 58, zastosowanej do hartowania piasty według fig. 1. Podczas ogrzewania przedmiotu obrabianego dysza natryskowa 58 znajduje się wewnątrz rdzenia 11. W ciągu jednej lub dwóch sekund, gdy doprowadzana jest energia elektryczna, przez dyszę 58 nie przepuszcza się czynni-

ka chłodzącego. Przy końcu zaś okresu ogrzewania rdzeń 11 i uzwojenie pierwotne 9 zostają nagle wyciągnięte pionowo w kierunku osiowym wzdłuż dyszy 58, jak przedstawiono na fig. 9, i to w chwili ukończenia ogrzewania. Skoro tylko uzwojenie 9 cewki indukcyjnej odsłoni otwory 59 dyszy natryskowej 58, wówczas czynnik chłodzący pod ciśnieniem hydrostatycznym wytryskuje przez te otwory równomiernie na całą powierzchnię 3 obrabianego cieplnie występu 4. Dzięki temu unika się stosowania szybko działających maszyn lub też szybkich czynności ręcznych, niezbędnych przy hartowaniu piasty według znanych sposobów. Sposób według wynalazku niniejszego staje się wskutek tego bardzo korzystny pod względem handlowym i pod względem jakości produkcji. Dzięki użyciu takiej dyszy natryskowej, umieszczonej wewnątrz rdzenia magnetycznego i będącej w pogotowiu podczas ogrzewania, koszty instalacji urządzenia według wynalazku i koszty eksploatacji przy produkcji masowej zostają znacznie zmniejszone. Ponadto stopień zmiany twardości warstwy pośredniej między wewnętrzną warstwą zahartowaną a warstwą zewnętrzną może być regulowany przez regulowanie natrysku czynnika chłodzącego bez konieczności używania w tym celu całej specjalnej maszyny lub całego szeregu pomocniczych czynności.

Czynnik chłodzący może być cieczą lub gazem względnie ich mieszaniną, przy czym przy użyciu cieczy najlepiej jest doprowadzać ją przez dyszę w dostatecznej ilości i z dostateczną szybkością, aby ona nie tylko przechodziła przez dolne otwory piasty, lecz również wypływała ponad piastę oraz przechodziła na zewnątrz i dokoła górnej kołnierzkowej części piasty.

W niektórych przypadkach, zwłaszcza przy obróbce przedmiotów cienkościennych, korzystnie jest również ochładzać podczas ogrzewania ich zewnętrzną powierzchnię. Takie urządzenie jest przedsta-

wione na fig. 14. Osłona 70 jest nałożona na górną cienką część ścianki piasty w ten sposób, że pomiędzy jej ścianką wewnętrzną a powierzchnią zewnętrzną piasty utworzona jest wolna przestrzeń 71. Czynnikiem chłodzący, najlepiej gazowy, jest doprowadzany za pomocą odpowiednich przewodów giętkich 72 do kanału pierścieniowego 73 i kanałów pionowych 74. Następnie zostaje on skierowany promieniowo do wewnątrz i osiowo w górę, po czym jest kierowany w górę na ściankę zewnętrzną piasty. Czynnikiem chłodzącym przechodząc w górę wzdłuż zewnętrznej ścianki piasty przepływa dalej w górę do pierścieniowej komory wylotowej, czyli wgłębienia 75, i uchodzi przez otwory wylotowe 76 zewnętrznej ścianki osłony 70, rozmieszczone w układzie piętrowym względem kanałów pionowych 74. Rozumie się, że przez odpowiednie obliczenie całej powierzchni otworów wylotowych i innych części oraz odpowiednie dobranie ciśnienia czynnika chłodzącego można przepuszczać w górę na zewnątrz z otworów wylotowych i nawet wywołać zjawisko Venturiego lub też czynnik ten może płynąć częściowo w górę i częściowo w dół dokoła zewnętrznej strony piasty.

W celu łatwiejszego zrozumienia przyczyny zwiększenia wytrzymałości zahartowanej ścianki wydrążonego przedmiotu cienkościennego przedstawiono na fig. 13 wykres naprężeń. Wydrążony przedmiot przed obróbką cieplną według wynalazku niniejszego w przypadku równomiernie rozłożonych ciśnień wewnętrznych na ścianki wykazuje, jak wskazują strzałki 60, rozkład naprężeń taki, że w ściance piasty pomiędzy jej wewnętrzną i zewnętrzną powierzchnią działają naprężenia według krzywej naprężeń 61, która jest odniesiona do linii promieniowej 62. Tu należy zaznaczyć, że największe naprężenia działają przy wewnętrznej powierzchni ścianki, co uwydatnia górny punkt 63 krzywej 61, naprężenia zaś najmniejsze działają przy po-

wierzchni zewnętrznej, jak wskazuje dolny punkt 64 krzywej 61. Właśnie obecność dużych naprężeń, odpowiadających punktowi 63 krzywej 61, stanowi przyczynę małej wytrzymałości ścianki, gdy jest ona poddawana ciśnieniu wewnętrznemu, dążącemu do rozerwania jej w kierunku promieniowym.

Gdy warstwa wewnętrzna została zahartowana sposobem według wynalazku niniejszego i jest połączona z warstwą zewnętrzną 56 ścianki stosunkowo cienką przejściową warstwą 57 tworzywa, to wówczas tworzywo ścianki jest poddawane naprężeniom według krzywej 65, która biegnie częściowo (w warstwie wewnętrznej) pod linią 62, a częściowo (w warstwie zewnętrznej) nad linią 62. Pod linią 62, w granicach warstwy wewnętrznej naprężenia czynne są naprężeniami ściskającymi o wartości ujemnej w odróżnieniu od naprężeń dodatnich, przedstawionych za pomocą krzywej 61. Ponad linią 62, w granicach warstwy zewnętrznej, naprężenia rozciągające mają wartość dodatnią.

Otóż gdy siły rozrywające, oznaczone strzałkami 60, są przyłożone od wewnątrz, to rozkład naprężeń wypadkowych już nie przebiega według krzywej 61, lecz według krzywej 66. Naprężenia według tej krzywej składają się z naprężeń według krzywej 65, wytworzonych przez obróbkę cieplną według wynalazku, i z naprężeń rozrywających, które zostałyby wytworzone, gdyby dany przedmiot nie był tak obrobiony. Siły ściskające, określone przez część 67 krzywej 65, są odjęte od sił według krzywej 61, leżących w tej samej warstwie wewnętrznej, wskutek czego otrzymuje się część wypadkową 68 krzywej 66, zgodnie z którą naprężenia według części 69 krzywej 65 dodaje się do naprężeń według końca 64 krzywej 61. W rezultacie otrzymuje się złagodzenie wszystkich naprężeń, które w przeciwnym razie istniałyby w obrabianym przedmiocie, i ujednastajnia się na-

prężenia w całym tworzywie. Na tym polega znacznie zwiększenie wytrzymałości obrabianego przedmiotu dzięki wytworzeniu stanu opierścienienia.

Próby, przeprowadzone na cylindrycznych ściankach piast obrobionych według wynalazku niniejszego, wykazały, że część wewnętrzna ścianki znajduje się pod działaniem naprężeń ściskających, natomiast część zewnętrzna tej ścianki — naprężeń rozciągających.

Aczkolwiek trudno jeszcze dokładnie określić, jakie zmiany zachodzą podczas obróbki cieplnej przedmiotów wydrążonych przy otrzymywaniu wypadkowego stanu opierścienienia, jednak można stwierdzić, że następuje to częściowo wskutek obróbki na zimno warstwy pośredniej poza granicę jej sprężystości dzięki rozszerzalności cieplnej przyległej warstwy wewnętrznej, a częściowo dzięki rozszerzaniu się cząsteczkowemu, jakie następuje wskutek przekształcania się struktury tworzywa warstwy wewnętrznej z austenitowej na martenzytową.

Na fig. 15 — 18 przedstawiono cylinder ze stali stopowej, obrobiony cieplnie według wynalazku. Cylinder 101 posiada pomiędzy ścianką wewnętrzną 103 i ścianką zewnętrzną 104 płaszcz wodny 102. Cała warstwa wewnętrzna, oznaczona bardziej gęstym kreskowaniem 105, aż do kreskowanej linii 106, posiada większy stopień twardości i wobec tego większą wytrzymałość na zużycie oraz jest ściśnięta, natomiast przyległe części zewnętrzne są rozciągnięte, przy czym stopień ściśnięcia i rozciągnięcia różnych warstw ścianek cylindra oraz promieniowa grubość takich warstw są tego rodzaju, że otrzymuje się stan najlepszego opierścienienia. Chociaż na fig. 15 i 16 podano określony stosunek grubości ścianki i grubości hartowanej warstwy pod ciśnieniem, to jednak jest rzeczą oczywistą, że stosunek ten może zmieniać się w stopniu znacznym; w szczególności, o ile

cylinder jest przedstawiony na rysunku w zwykłej proporcji, to grubość wewnętrznej ścianki 103 jest nieco przesadnie powiększona w celu bardziej wyrazistego pokazania jej różnych warstw, w praktyce zaś ścianki cylindra są zazwyczaj cieńsze i ich grubość wynosi około 3 mm, czyli prawie dwa razy mniej niż przedstawiono na rysunku. Chociaż na rysunku przedstawiono cienką linię kropkowaną, rozgraniczającą ostro hartowaną, ściśniętą warstwę wewnętrzną i rozciągniętą warstwę zewnętrzną, to jednak jest rzeczą zrozumiałą, że pomiędzy tymi warstwami istnieje nadzwyczaj wąska warstwa przejściowa.

Na fig. 17 i 18 przedstawiono odmianę urządzenia, która na ogół jest podobna do urządzenia według fig. 10 i 11. Uzwojenie pierwotne 9 cewki indukcyjnej jest umieszczone wewnątrz obrabianego cylindra wydrążonego 77 w pobliżu jej wewnętrznej powierzchni tak, że końce tego uzwojenia wystają z cylindra. Dla zwiększenia skuteczności działania uzwojenia 9 jest ono zaopatrzone w rdzeń wewnętrzny 11, wykonany z promieniowo ułożonych blaszek, tworzących rdzeń pełny, wypełniający wnętrze uzwojenia i wybiegający promieniowo na zewnątrz poza jej końce. W celu zmniejszenia do minimum szczeliny powietrznej w obwodzie magnetycznym i stworzenia obwodu magnetycznego o jak największej przenikliwości urządzenie jest zaopatrzone w górne i dolne pierścienie magnetyczne 78, również wykonane (najlepiej) z promieniowo rozmieszczonych blaszek. Mogą być one nasuwane tak, że zamykają szczelinę powietrzną na końcach uzwojenia pierwotnego 9 pomiędzy rdzeniem 11 i końcami cylindra obrabianego 77. Ruch osiowy grzejnika 2 wraz z rdzeniem 11 względem przedmiotu obrabianego 77, jak również ruch pierścieni 78 w ich położenie robocze, przedstawione na fig. 17, może być powodowany w dowolny odpowiedni sposób nie wyjaśniony na rysunku.

Dysza natryskowa 58 może być wsuwana do obrabianego przedmiotu 77 przez wydrążenie rdzenia 11 grzejnika, jak również może być poruszana niezależnie od grzejnika i może pozostawać w położeniu roboczym wewnątrz obrabianego przedmiotu 77 po usunięciu grzejnika, jak przedstawiono na fig. 18.

W celu szybkiego ogrzewania i ochładzania obrabianego cylindra 77 grzejnik 2 i pierścienie 78 razem z dyszą natryskową 58 zostają umieszczone wewnątrz cylindra 77, jak przedstawiono na fig. 17. Następnie do uzwojenia pierwotnego 9 cewki indukcyjnej doprowadza się prąd zmienny o wielkiej częstotliwości z odpowiedniego źródła 33, przy czym ilość doprowadzanej energii jest obliczana tak, żeby powierzchnia wewnętrzna obrabianego przedmiotu została ogrzana do żądanej temperatury (temperatury rekalescencji) w czasie dostatecznie krótkim, zazwyczaj w ciągu 1,8 sekund lub nawet krótszym. Temperatura przy tym musi wzrastać odpowiednio tylko w ograniczonej hartowanej warstwie wewnętrznej bez niepotrzebnego rozpraszania ciepła i bez powodowania roztopiania, spalania lub innych uszkodzeń wewnętrznej, hartowanej powierzchni cylindra. W niniejszym przykładzie hartowania cylindra o grubości ścianek około 10 mm okazało się korzystne stosowanie prądu o częstotliwości około 2500 okresów i gęstości o około 2,3 — 3,1 kilowatów na 1 cm² wewnętrznej obrabianej powierzchni. Dane te oczywiście mogą być inne przy innej grubości ścianek hartowanych przedmiotów. Natychmiast po osiągnięciu potrzebnej temperatury ogrzewania usuwa się grzejnik 2 i pierścienie 78, po czym przez otwory w dyszy natryskowej 58 przepuszcza się odpowiednią ciecz chłodzącą na hartowane ścianki cylindra 77 w celu nagłego ochłodzenia całego przedmiotu poniżej temperatury obróbki cieplnej. Przez odpowiednie uregulowanie ilości doprowadzanej energii elektrycznej, czasu

działania tej energii oraz szybkości chłodzenia odpowiednio do rodzaju i rozmiarów obrabianych przedmiotów uzyskuje się najkorzystniejszy stan opierścienienia. Próby, dokonane na takim 'wykończonym' przedmiocie, wskazują, że w obrabianej ściance istnieje pewna określona warstwa hartowana 4, przy czym warstwa wewnętrzna jest poddana działaniu naprężeń ściskających, zewnętrzna zaś — naprężeń rozciągających.

Chociaż znane jest hartowanie lub ogrzewanie wewnętrznych ścianek cylindra, np. cylindra silnika spalinowego, przez nagłe doprowadzanie ciepła za pomocą płomieni i następnie raptowne ochładzanie, jednak dopiero według wynalazku niniejszego ogrzewanie lub hartowanie powierzchni wewnętrznej cylindra skutecznia się łącznie z wytwarzaniem stanu najkorzystniejszego opierścienienia. Wprawdzie obecnie nie można ściśle określić, jakie zmiany fizyczne lub inne zachodzą w obrabianym przedmiocie; o ile jednak wiadomo, uzyskiwanie korzystnych właściwości głównie należy zawdzięczać doprowadzaniu nadzwyczaj dużej ilości energii elektrycznej, zastosowaniu ogrzewania indukcyjnego i użyciu grzejnika o magnetycznym rdzeniu wewnętrznym. Używa się przy tym prądu elektrycznego o dostatecznie dużej częstotliwości, około 2500 okresów, w celu uzyskania dość znacznego zahartowania obrabianej powierzchni i zmniejszenia ilości przenoszonego ciepła przez przewodnictwo do zewnętrznych warstw przedmiotu, jak to bywa np. przy ogrzewaniu za pomocą płomieni. Ciepło doprowadza się w jednej chwili na całej powierzchni obrabianej do określonej cienkiej warstwy tworzywa przedmiotu obrabianego.

Przy masowej produkcji przedmiotów, które poddaje się obróbce według wynalazku niniejszego, może być również stosowany cały zespół grzejników ciągle chł-

dzonych podczas ich pracy za pomocą stale przyłączonego układu chłodzącego, najlepiej wspólnego dla całej grupy grzejników, natomiast prąd elektryczny jest włączany i wyłączany do każdego z grzejników osobno bez przerywania chłodzenia, dzięki czemu uzyskuje się dobre chłodzenie zespołu grzejników podczas przerw w pracy bez straty w produkcji.

Na fig. 6 i 7 przedstawione jest schematycznie takie urządzenie, zawierające zespół grzejników 36 odpowiednio rozmieszczonych na podstawie, np. na stole 37. Metalowe przewody rurowe 38 i 39 prowadzą do końcówki 24 oraz otworu nakrętki dociskowej 20 (fig. 1) i są odpowiednio umieszczone w przewodach izolacyjnych, np. rurkach gumowych 40 i 41, oraz połączone z głównym przewodem dopływowym 42 i odpływowym 43 czynnika chłodzącego. Odpowiednie urządzenie elektryczne znajduje się pomiędzy przewodami 38 i 39, których połączenie z odpowiednim źródłem prądu zmiennego 33 skutecznia się przez zaciski 44, 45, przewody 46, 47, wyłącznik 48 oraz przewody 49 i 50.

Podczas pracy czynnik chłodzący ciągle przepływa z odpowiedniego źródła, nieprzedstawionego na rysunku, przez zespół grzejników 36 i przewody 42, 43. Hartowany przedmiot, np. piastę bębna hamulcowego 1, umieszcza się na jednym z grzejników 36, np. na prawym według fig. 6. Następnie włącza się grzejnik 36 zamykając prawy wyłącznik 48 na odpowiedni okres czasu, po czym otwiera się wyłącznik, zdejmując się piastę 1 i chłodzi ją. Następnie stosuje się inne grzejniki, np. grzejnik środkowy itd., kolejno w całej grupie grzejników, podczas gdy pozostałe grzejniki są chłodzone w dalszym ciągu, nawet gdy nie są w użyciu.

Chociaż poszczególne grzejniki są połączone mechanicznie ze wspólnymi przewodami 42, 43 do doprowadzania czynnika chłodzącego, to jednak są dobrze od siebie

odizolowane elektrycznie dzięki zastosowaniu przewodów 40, 41 z materiału izolacyjnego, np. rurek gumowych lub rurek gumowych z wkładką włókienniczą. Przewody te muszą posiadać dostateczną długość, aby grzejniki były odpowiednio odizolowane elektrycznie dużym oporem elektrycznym lub właściwościami izolacyjnymi cieczy chłodzącej. Można stosować różne odpowiednie sposoby zapobiegania niepotrzebnym stratom energii przez zastosowanie odpowiedniego urządzenia chłodzącego, zwłaszcza wtedy, gdy jako czynnik chłodzący stosuje się wodę. Każdy np. grzejnik może być zaopatrzony w oddzielne i niezależne urządzenie chłodzące z oddzielnymi pompami i zbiornikami.

Chociaż dla uproszczenia rysunku i opisu przedstawiono wyłączniki dwuramiennne, uruchamiane ręcznie, to jednak w praktyce korzystnie jest stosować wyłączniki uruchamiane nogą, aby robotnik mógł łatwiej włączać prąd elektryczny natychmiast po założeniu obrabianego przedmiotu i miał wolne ręce do zdjęcia obrobionego przedmiotu natychmiast po zamknięciu wyłącznika. Tak samo można stosować wszelkie znane urządzenia, pozwalające na regulowanie czasu ogrzewania w zależności od ilości doprowadzanej energii, wzrostu temperatury itd.

Opisany szereg specjalnych postaci wykonania wynalazku nie ogranicza wynalazku niniejszego, lecz obejmuje on również wszelkie odmiany omówionych zabiegów i urządzeń nie oddalające się od myśli przewodniej wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób obróbki cieplnej wydrążonych przedmiotów pierścieniowych, znamieny tym, że wewnątrz obrabianego przedmiotu umieszcza się indukcyjną cewkę grzejną, zawierającą rdzeń wewnętrzny o wielkiej przenikliwości magnetycznej, i do

pierwotnego uzwojenia cewki indukcyjnej doprowadza się prąd zmienny o wielkiej częstotliwości, tak iż powoduje się skupienie prądów grzejnych i intensywne ogrzewanie obrabianego przedmiotu w ciągu krótkiego czasu w ograniczonym obszarze na wewnętrznej powierzchni przedmiotu i w pobliżu tej powierzchni.

2. Sposób według zastrz. 1, znamien-ny tym, że ogrzewaną warstwę chłodzi się, skoro tylko osiągnie ona temperaturę obróbki.

3. Sposób według zastrz. 1 — 2, znamien-ny tym, że powierzchnię wewnętrzną przedmiotu ogrzewa się do temperatury obróbki, zanim przyległa zewnętrzna warstwa przedmiotu zostanie ogrzana do temperatury, która nie pozwalałaby na działanie tej warstwy jako czynnika chłodzącego warstwę ogrzewaną.

4. Sposób według zastrz. 1 — 3, znamien-ny tym, że stosuje się prąd zmienny o częstotliwości 2500 okresów na sekundę.

5. Sposób według zastrz. 1 — 4, znamien-ny tym, że cewkę indukcyjną zasila się w ciągu 1 — 2 sekund prądem zmiennym o takiej ilości energii, że jej gęstość wynosi 2,3 — 3,1 kilowatów na 1 cm² obrabianej powierzchni.

6. Grzejnik indukcyjny do wykonywania sposobu według zastrz. 1 — 3, znamien-ny tym, że posiada przewodzącą prąd cewkę indukcyjną, umieszczoną odłączalnie wewnątrz wydrążenia lub otworu obrabianego przedmiotu, oraz rdzeń wewnętrzny o wielkiej przenikliwości magnetycznej.

7. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 6, znamien-ny tym, że cewka indukcyjna jest ukształtowana zasadniczo jako uzupełnienie wydrążenia lub otworu obrabianego przedmiotu.

8. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 6 — 7, znamien-ny tym, że pierwotne uzwojenie (9) cewki indukcyjnej posiada więk-

sze wymiary w kierunku osiowym od wymiarów osiowych warstwy ogrzewanej.

9. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 6 — 8, znamien-ny tym, że przewód elektryczny (10) pierwotnego uzwojenia (9) posiada kształt rurki do przeprowadzania czynnika chłodzącego.

10. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 9, znamien-ny tym, że przewód wydrążony (10) pierwotnego uzwojenia (9) posiada stosunkowo grubą przewodzącą prąd ściankę zewnętrzną i stosunkowo cienkie ścianki wewnętrzne i boczne.

11. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 6 — 10, znamien-ny tym, że jest zaopatrzony w odpowiednie urządzenie do określania czasu trwania wzbudzania cewki indukcyjnej.

12. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 6 — 11, znamien-ny tym, że rdzeń (11) cewki indukcyjnej wystaje w kierunku osiowym i (najlepiej) promieniowo poza koniec lub końce uzwojenia pierwotnego (9).

13. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 6 — 12, znamien-ny tym, że rdzeń (11) jest utworzony z blaszek, które są (najlepiej) rozmieszczone promieniowo, zasadniczo równoległe do siebie na całym obwodzie cewki indukcyjnej.

14. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 13, znamien-ny tym, że blaszki rdzenia (11) są zwężone ku wewnątrz i stykając się wzdłuż swych płaszczyzn bocznych tworzą pełny rdzeń pierścieniowy, zaopatrzony w otwór osiowy.

15. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 13 i 14, znamien-ny tym, że blaszki rdzenia (11) są połączone ze sobą za pomocą pierścieni zaciskowych (16 i 17).

16. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 6 — 15, znamien-ny tym, że rdzeń (11) jest osadzony na osadzie (14), zaopatrzonej w otwór do doprowadzania czynnika chłodzącego.

17. Grzejnik indukcyjny według zastrz.

6—16, znamieny tym, że posiada element przewodniczy, np. w postaci zwężonego końca (15) obsady (14), który służy do centrowania cewki indukcyjnej grzejnika względem obrabianego przedmiotu.

18. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 6—17, znamieny tym, że posiada urządzenie (70—76) do chłodzenia powierzchni zewnętrznej obrabianego przedmiotu podczas wzbudzenia cewki indukcyjnej.

19. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 6—17, znamieny tym, że zawiera elementy (109) obwodu magnetycznego do zmniejszenia szczelin powietrznych między końcami rdzenia (11) i odpowiednimi częściami obrabianego przedmiotu.

20. Odmiana grzejnika indukcyjnego według zastrz. 6—11, znamienna tym, że cewka indukcyjna i dysza natryskowa (58) są osadzone ruchomo względem obrabianego przedmiotu.

21. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 20, znamieny tym, że cewka indukcyjna i dysza natryskowa (58) są ruchome względem siebie, np. są przesuwne wzdłuż siebie.

22. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 20—21, znamieny tym, że dysza natry-

skowa (58) jest osadzona wewnątrz cewki indukcyjnej.

23. Grzejnik indukcyjny według zastrz. 20—22, znamieny tym, że dysza natryskowa (58) posiada narządy centrujące (76), które centrują cewkę i dyszę natryskową (58) względem obrabianego przedmiotu.

24. Bateria grzejników indukcyjnych według zastrz. 6—17, znamienna tym, że składa się z jednego lub kilku podobnych grzejników, umieszczonych tak, iż każdy grzejnik jest sam przystosowany do uskutecznienia obróbki grzejnej przedmiotu, przy czym poszczególne grzejniki są zaopatrzone w oddzielne urządzenia do przyłączania i odłączania ich do obwodu elektrycznego.

25. Bateria grzejników indukcyjnych według zastrz. 24, znamienna tym, że jest zaopatrzona w urządzenie do ciągłego chłodzenia grzejników baterii w chwili wzbudzania i wyłączania poszczególnych grzejników.

Howard Edward S o m e s
Zastępca: M. Skrzypkowski
rzecznik patentowy

FIG. 1

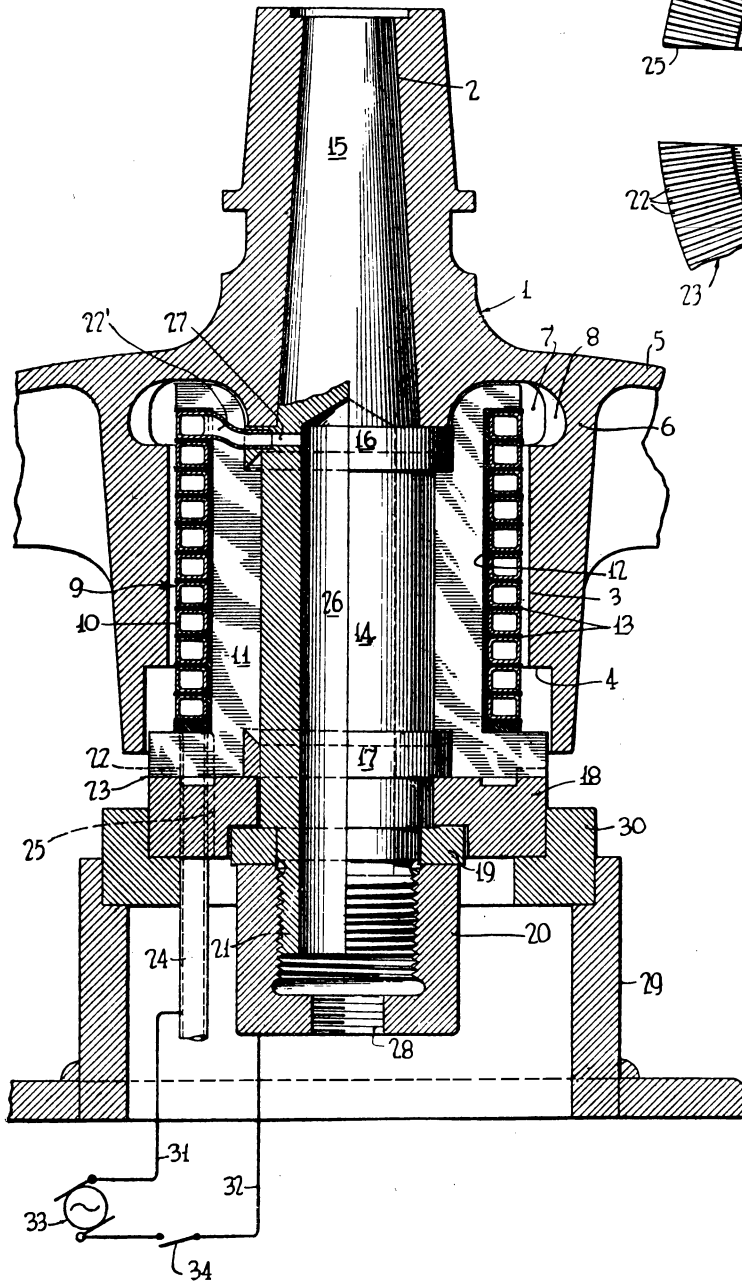


FIG. 2

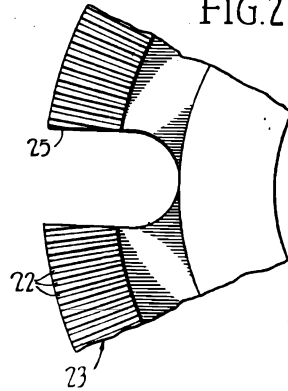


FIG. 3



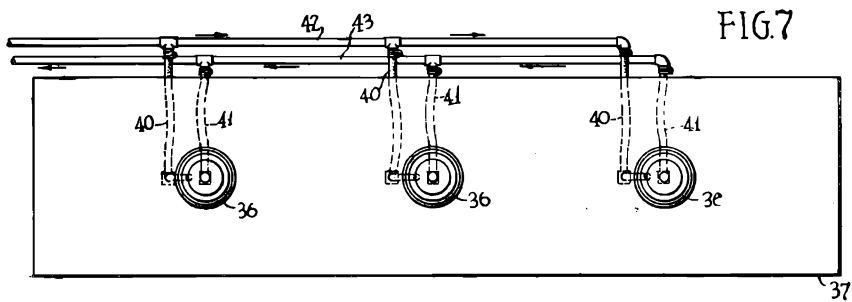
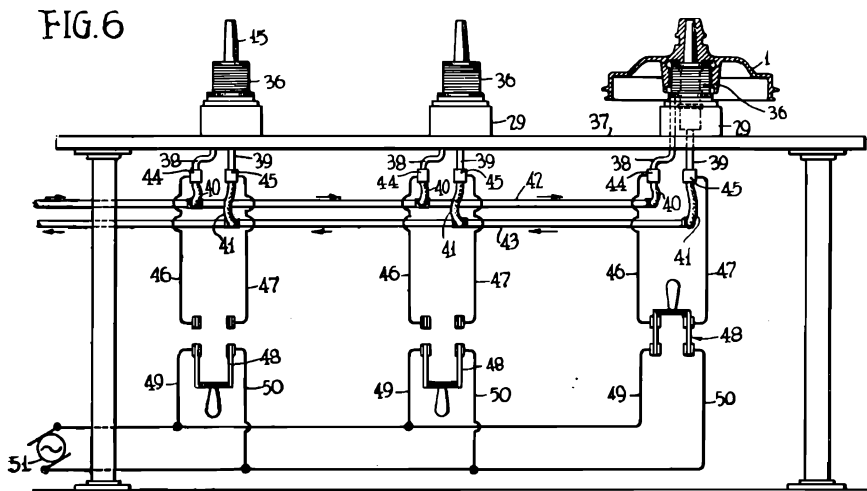
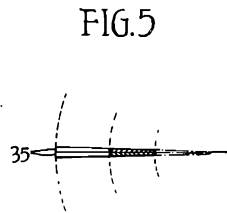
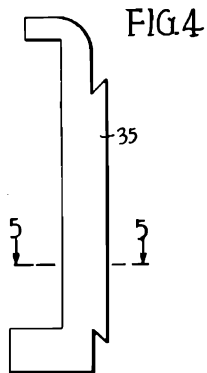


Fig. 8.

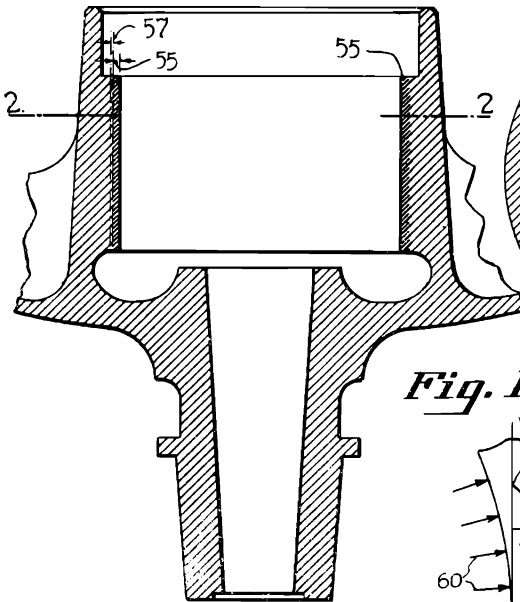


Fig. 9.

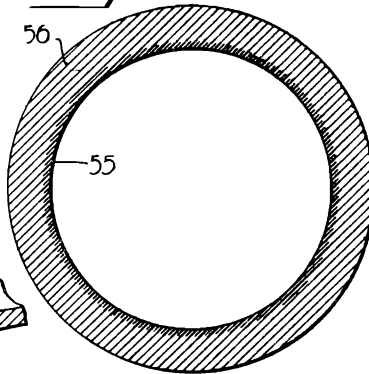


Fig. 13.

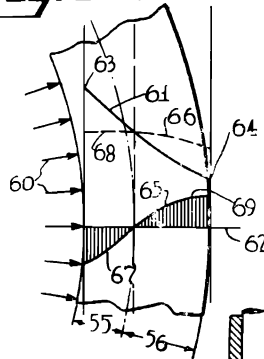


Fig. 12.

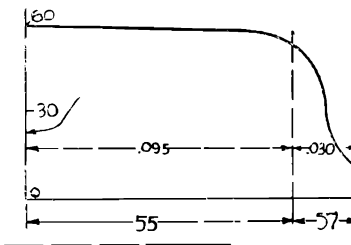


Fig. 11.

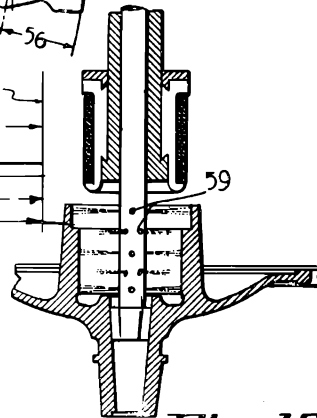


Fig. 14.

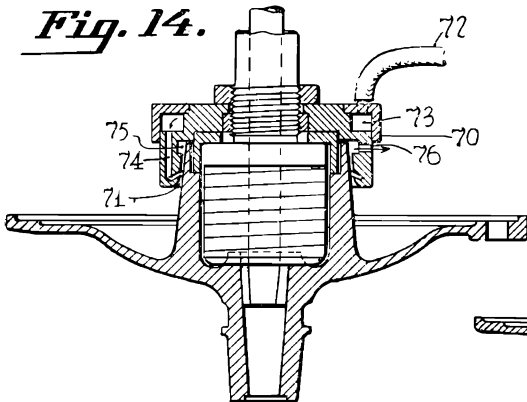


Fig. 10.

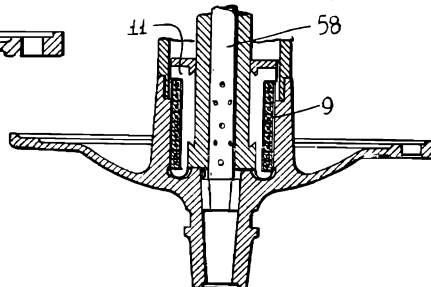


Fig. 15.

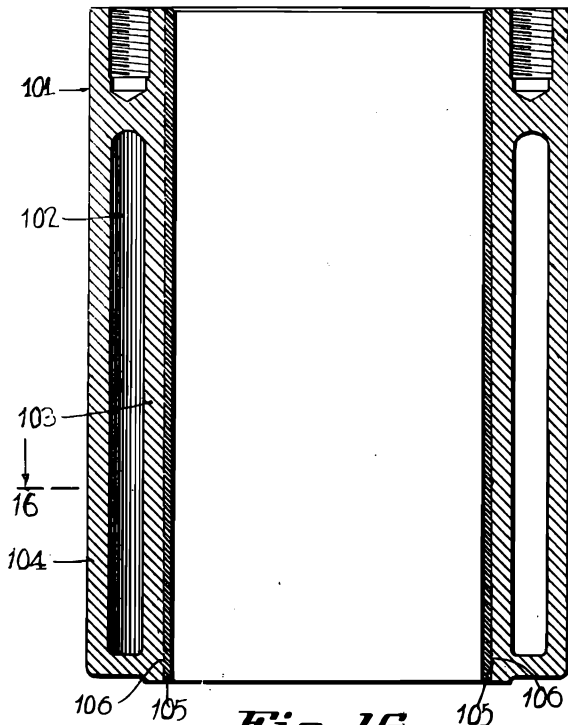


Fig. 16.

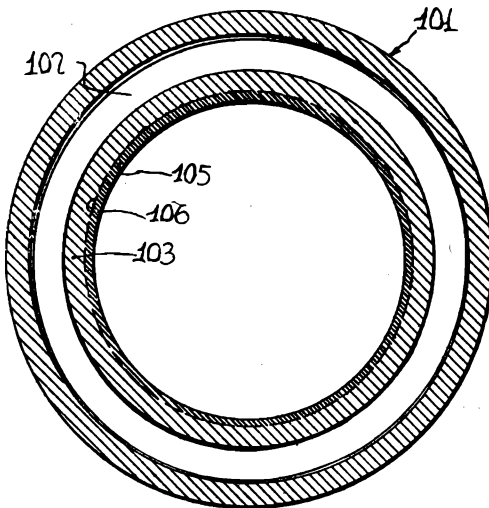


Fig. 17.

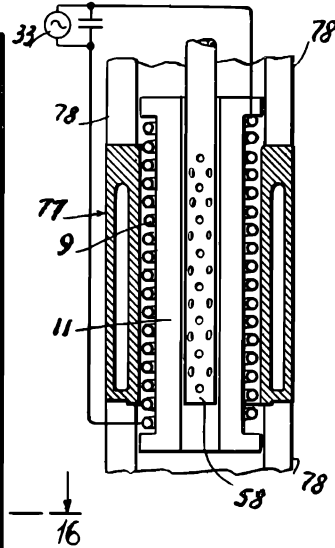


Fig. 18.

