



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

18c, 9/38

Nr 40715

Kl. ~~18~~ ~~1/12~~

Vereinigte Österreichische Eisen - und Stahlwerke Aktiengesellschaft
Linz-Donau, Austria

C21d 9/38

Sposób hartowania powierzchniowego oraz urządzenie do wykonywania tego sposobu

Patent trwa od dnia 17 listopada 1956 r.
Pierwszeństwo: 25 listopada 1955 r. (Austria)

Znane sposoby hartowania powierzchniowego żelaza i stali za pomocą palników gazowo-tlenowych lub grzejników elektrycznych nabierają w ostatnich 20 latach coraz większego znaczenia.

Najbardziej rozpowszechnionymi są hartowanie postępowe i obrotowe, których przebieg przedstawiono schematycznie na fig. 1 i 2. Na fig. 1 oznaczono cyfrą 1 hartowany przedmiot np. gładką płytę, cyfrą 2 źródło ciepła, np. płaski palnik i cyfrą 3 dyszę hartowniczą, połączoną z palnikiem. Podczas procesu hartowania przedmiot 1 znajduje się w spoczynku, a palnik wraz z dyszą hartowniczą jest przesuwany z równomierną szybkością w kierunku v, wskutek czego hartowanie postępuje naprzód liniowo w postaci tzw. „hartowania liniowego”. Strefa już zahartowana o grubości s (głębokość hartowania) jest zaznaczona w przekroju podłużnym gęstym kreskowaniem.

Przy sposobie hartowania obrotowego, przedstawionym na fig. 1 oznaczono cyfrą 1 hartowany przedmiot np. wał osadzony w kłach, cyfrą 2 — źródło ciepła np. palnik pierścieniowy, a cyfrą 3 — pierścieniową dyszę hartowniczą, połączoną

w pewnym odstępie z palnikiem pierścieniowym. Podczas procesu hartowania przedmiot hartowany 1 jest obracany z szybkością równomierną, natomiast palnik hartowniczy wraz z dyszą jest przesuwany w kierunku v. Wskutek tego uzyskuje się hartowanie wzdłuż śrubowej linii nazywane również „hartowanie śrubowe”. Na fig. 2 warstwa zahartowana jest oznaczona kreskowaniem krzyżowym.

Te obydwa znane sposoby posiadają jednak ograniczone możliwości zastosowania oraz uzyskuje się głębokość hartowania stosunkowo małą. Przy zbyt powolnym przesuwaniu palnika można uzyskać bez szkodliwego przegrzewania tworzywa hartowanego przedmiotu, przy hartowaniu płomieniem, głębokość hartowania, wynoszącym w najlepszym razie tylko około 6 mm.

Dużym postępem przy takim hartowaniu jest zastosowanie wstępnego podgrzewania hartowanych przedmiotów do temperatury poniżej punktu Ac_1 , czyli do temperatury 500—550°C. Takie podgrzewanie wstępne można wykonać w piecu lub za pomocą dowolnego palnika podgrzewającego,

zmontowanego w pewnym stałym odstępie od palnika hartującego. Na fig. 1 palnik podgrzewający jest oznaczony cyfrą 4; znajduje się on w odstępie b od palnika hartowniczego 2. Według takiego sposobu hartowania uzyskuje się głębokość hartowania około 12 mm.

Według patentu austriackiego nr 174627 zastosowano podgrzewanie wstępne do temperatury, przekraczającej temperaturę krytyczną i prawie równą temperaturze hartowania. Doświadczenia uczą jednak, że przy takim sposobie hartowania głębokość hartowania nie może przekraczać około 15 mm, ponieważ przedmiot ogrzany wstępnie zostaje następnie szybko ogrzany do temperatury hartowania i w celu zapobieżenia szkodliwemu przegrzaniu tworzywa palnik hartowniczy musi być przesuwany z większą szybkością. W związku z tym ciepło wnika do hartowanego przedmiotu w ciągu krótszego czasu.

Według znanych sposobów hartowania zarówno posuwistego, jak i obrotowego za pomocą palników gazowo-tlenowych głębokość hartowania można regulować przez uwzględnienie szybkości posuwu palnika, analizy i grubości hartowanego przedmiotu oraz przez regulowanie szerokości „strefy żarzenia”, powstającej w powierzchniowej strefie działania palnika hartowniczego, która zabarwia się nalożem w temperaturze około 650°C i może być łatwo określona. Strefa ta posiada duże znaczenie praktyczne przy hartowaniu powierzchniowym. Wąska strefa żarzenia wymaga słabszego hartowania, a szeroka strefa — silniejszego hartowania. Na fig. 1 strefa żarzenia o szerokości B jest oznaczona kreskowaniem krzyżowym.

Cechą znamioną wszystkich znanych sposobów hartowania powierzchniowego za pomocą palników gazowych lub grzejników elektrycznych jest to, że w zakresie działania urządzenia hartowniczego wytwarza się najwyższa temperatura na powierzchni hartowanego przedmiotu i że również przy hartowaniu postępowym nie występuje średnia temperatura w części przedmiotu, znajdującej się przed strefą żarzenia, która w każdym przypadku jest niższa niż temperatura hartowania. Znaczący to, że wskutek ograniczonych możliwości konstrukcyjnych palników gazowo-tlenowych uzyskuje się stosunkowo wąską strefę żarzenia hartowanej powierzchni. Takiej wąskiej strefie odpowiada stosunkowo cienka warstwa zahartowana, której grubość wynosi, jak wspomniano wyżej, około 15 mm.

Głębokość hartowania dająca się dotychczas uzyskać okazała się przy obecnym stanie techniki

jednak niewystarczająca, gdy jest wymagane zachowanie stałej grubości przedmiotów pomimo silnego zużycia przez ścieranie, jak np. przy płytach wykładzinowych, prętach pancernych i bijakach urządzeń rozdrabniających oraz przy płytach gniotowników, kamieniach i walcach młynskich, gniotownikach kulowych itp. Ponadto takie hartowanie nie jest wystarczające dla narzędzi pracujących przy dużym nacisku powierzchniowym oraz często poddawanych szlifowaniu podczas pracy, jak np. noże do obróbki metali, walce urządzeń prostowniczych, walce robocze i podporowe walcarek itp. Takie hartowanie nie jest wystarczające przy dużych obciążeniach. Dążenie do zwiększenia głębokości hartowania posiada więc duże znaczenie gospodarcze.

Przy hartowaniu powierzchniowym i przy użyciu palnika do wstępnego ogrzewania uzyskuje się w pewnym określonym punkcie linii podłużnej powierzchni hartowanego przedmiotu krzywą przebiegu temperatury według fig. 3 lub 4, które można rozpatrywać w związku z fig. 1. Według fig. 3 można osiągnąć bardzo szybko za pomocą palnika 4 żadaną temperaturę wstępnego ogrzania np. 500°C na krótkim odcinku s_1 . Na odcinku s_2 , którego długość wynosi w praktyce najwyżej 400—600 mm, temperatura spada np. do 400°C. Na odcinku s_3 uzyskuje się za pomocą palnika hartującego 2 bardzo szybko temperaturę hartowania np. 880°C. Na stosunkowo krótkim odcinku s_4 , który występuje, praktycznie biorąc, przy hartowaniu grubszych przedmiotów ponad 50 mm, następuje nagły spadek temperatury np. do 830°C. Następnie dysza hartownicza 3 powoduje szybki spadek temperatury otoczenia. Szerokość strefy żarzenia $c-d$ wynosi około 60 mm.

Sposób hartowania opisany w wyżej wymienionym patencie austriackim nr 174627 uwzględnia ogrzewanie powierzchni hartowanej za pomocą palnika ogrzewającego wstępnie do temperatury zbliżonej do temperatury hartowania, czyli do 850°C. Od odległości palnika pomocniczego 4 od palnika hartowniczego 2 jest jednak zależna szerokość strefy żarzenia $c-d$ i jej średnia temperatura wynosząca poniżej temperatury krytycznej około 800°C. Sposób taki nie nadaje się do uzyskania głębokości hartowania ponad 15 mm.

Sposób hartowania według wynalazku wprowadza przewrót w dotychczasowych sposobach i w przeciwieństwie do dotychczasowych poglądów panujących w technice hartowania przebiega tak, że przedmiot hartowany przy pierwszym działaniu ciepła na jego powierzchnię zostaje ogrzany

do temperatury przekraczającej temperaturę punktu A_{c3} , przeważnie do 950—1050°C oraz gromadzi się w nim tak dużo ciepła, że powierzchnia hartowanego przedmiotu zostaje przed nagłym chłodzeniem, w tym przypadku przed ponownym ogrzewaniem, ogrzana w strefie żarzenia o szerokości 250 mm, najlepiej 400—600 mm do temperatury przekraczającej temperaturę punktu A_{c3} .

Stwierdzono nieoczekiwanie, że przy hartowaniu stali wrażliwych na pękanie, np. znanych stali walcowanych na zimno, zawierających około 1% C i 2% Cr, zastosowanie wyższej temperatury w strefie ogrzewania wstępnego nie wywiera szkodliwego wpływu, czyli nie powoduje to wzrostu ziarn ani powstawania pęknięć, zwłaszcza gdy hartowane przedmioty ogrzewa się w znany sposób przed hartowaniem w piecu do temperatury około 100°C.

Główną cechą sposobu według wynalazku jest wytwarzanie strefy wstępnego podgrzewania lub zastosowanie odpowiedniego palnika podgrzewającego, co według sposobów dotychczasowych w ogóle nie uwzględniono lub stosowano tylko palnik pomocniczy. Obok palnika hartowniczego, stosowanego dotychczas w każdym sposobie hartowania powierzchniowego, używa się według wynalazku palnika pomocniczego, który porzuca na zmniejszenie strefy temperatur w strefie podgrzewania wstępnego, występujące wskutek promieniowania lub przewodnictwa. Można to całkowicie usunąć przez zastosowanie wystarczającego ogrzewania wstępnego za pomocą palnika podgrzewającego.

Charakterystyczny stosunek temperatur, uzyskany według wynalazku wzdłuż linii powierzchni hartowanego przedmiotu, przedstawiono schematycznie na fig. 5. Powierzchnia hartowanego przedmiotu, szybko ogrzewa się do bardzo wysokiej temperatury np. do 1050°C na odcinku s'_1 za pomocą stosunkowo silnego palnika podgrzewającego 4. Taką wysoką temperaturę podgrzewania utrzymuje się stosunkowo długi czas wzdłuż całego odcinka s'_2 aż spadnie ona od temperatury punktu A_{c3} np. do 800°C. W przybliżeniu w tym punkcie w odstępnie b znajduje się stosunkowo słaby palnik hartowniczy 2, który ponownie ogrzewa hartowaną powierzchnię do temperatury hartowania np. do 880°C. Na odcinku s'_3 następuje spadek bardzo wysokiej temperatury podgrzewania tylko bardzo powoli, wskutek czego przy rozpoczęciu nagłego chłodzenia, np. przy temperaturze 830°C dysza hartownicza 3 znajduje się w bardzo

dużym odstępnie a' od palnika hartowniczego i uzyskuje się dotychczas niemożliwą do wytworzenia szerokość $c'-d'$ strefy żarzenia, związaną z nadzwyczaj dużą głębokością hartowania; działanie ciepła w ciągu wystarczającego czasu sprzyja przenikaniu go w głąb hartowanej powierzchni.

Według wynalazku można zastosować drugi słabszy palnik podgrzewający 4a, umieszczony z tyłu pierwszego palnika podgrzewającego 4 w odstępnie b' (fig. 6), który temperaturę hartowanej powierzchni, obniżoną do około temperatury punktu A_{c3} , ponownie podnosi do około 1050°C. Spadek w tym przypadku temperatury do temperatury hartowania np. 880°C następuje wskutek akumulowania w strefie powierzchniowej hartowanego przedmiotu większej ilości ciepła jeszcze wolniej niż w przykładzie poprzednim (fig. 5). Wskutek tego odstępnie b'' palnika hartowniczego może być większy. Z tego względu następuje spadek temperatury hartowania do temperatury rozpoczęcia chłodzenia np. 830°C jeszcze wolniej, wskutek czego uzyskuje się zwiększenie odstępnie a'' dyszy hartowniczey i znaczne rozszerzenie strefy żarzenia $a-f$, związane ze zwiększeniem głębokości hartowania.

Obejmuje to oczywiście możliwość dalszego zwiększenia grubości hartowanej warstwy przez zastosowanie trzeciego palnika podgrzewającego, jednak należy to jeszcze zbadać.

Ostateczne doświadczenia z wspomnianymi wyżej stalami walcowanymi na zimno wykazały nieoczekiwanie, że można regulować nie tylko temperaturę podgrzewania, lecz również i temperaturę hartowania i chłodzenia w szerszym niż dotychczas zakresie bez obawy szkodliwego przegrzewania hartowanych przedmiotów lub powstawania pęknięć. Odnosnie istniejących zasad techniki hartowania temperatura hartowania, czyli temperatura do której hartowany przedmiot musi być ogrzewany bezpośrednio przed rozpoczęciem jego chłodzenia, jest utrzymywana możliwie dokładnie. Dlatego odchyłki tej temperatury wynoszą według norm tylko 30°C. Przy zwykłym hartowaniu temperatura znajduje się o 30—50°C powyżej temperatury punktu A_{c3} , jednak przy hartowaniu powierzchniowym temperatura hartowania winna być według Stahl-Eisen-Werkstoffblatt nr 830-850 wyższa o około 50°C.

Temperatura rozpoczęcia chłodzenia odpowiada teoretycznie temperaturze hartowania; w praktyce jest ona jednak nieco niższa, gdyż przedmiot

ogrzaany do temperatury hartowania ulega nieuniknionemu ochładzaniu w okresie czasu przed rozpoczęciem chłodzenia.

Według wynalazku można przekroczyć zwykle stosowane temperatury w chwili rozpoczęcia chłodzenia o około 50—200°C. Możliwość ta jest przedstawiona na fig. 6 krzywą przerywaną. Dalsze zwiększenie odstępów dyszy hartowniczej, zwiększenie szerokości strefy żarzenia e—g i polepszenie skuteczności hartowania wynika przy tym samo przez się.

Hartowanie powierzchniowe według sposobów dotychczasowych i sposób hartowania według wynalazku przedstawiono schematycznie na fig. 7—9. Zaznaczono na nich przebieg izoterm w warstwie powierzchniowej hartowanych przedmiotów.

Przy chłodzeniu hartowanych przedmiotów z szybkością ponadkrytyczną uzyskuje się, jak wiadomo, tylko strefę o strukturze całkowicie martenzytycznej, której temperatura leży powyżej temperatury punktu A_{c3} , najlepiej 800°C. Przebieg hartowania przy wytwarzaniu struktury martenzytowo-troścycznej bezpośrednio po uzyskaniu pewnej głębokości hartowania, temperatura winna wynosić powyżej temperatury punktu A_{c1} . Przy takiej temperaturze, najlepiej około 750°C wzrasta głębokość hartowania, natomiast w strefie rdzeniowej, która powstaje przy ogrzewaniu do temperatury nie wyższej niż 750°C, nie występują zmiany ani struktury, ani właściwości tworzywa hartowanych przedmiotów, a hartowanie powierzchniowe pozostaje również nienaruszone. Na fig. 7—9 przedstawiono obydwie izotermy, mianowicie izotermę dla temperatury 800°C ograniczającą strefę zahartowaną o strukturze martenzytycznej i izotermę dla temperatury 750°C, ograniczającą głębokość strefy hartowania, zaznaczoną np. linią przerywaną.

Na fig. 7 przedstawiono przebieg temperatury przy zwykłym hartowaniu powierzchniowym według znanego sposobu bez stosowania podgrzewania wstępnego. Na przykład płyta 1 jest hartowana w sposób znany tak, iż agregat zawierający palnik hartowniczy 2 i dyszę hartowniczą 3 jest przesuwany wzdłuż hartowanej powierzchni w kierunku v. Zaznaczone izotermy X wykazują nagłe ogrzewanie powierzchniowej warstwy hartowanej. Wy różniają się one krótkim przebiegiem i małą wypukłością pionową. Izotermy te dają wąską strefę żarzenia i cienką warstwę zahartowaną 5.

Na fig. 8 przedstawiono sposób hartowania według patentu austriackiego nr 174627, według któ-

rego stosuje się znane urządzenie hartownicze, obejmujące płomień 2 i dyszę hartowniczą 3, oraz palnik pomocniczy 4 do wstępnego podgrzewania. Zaznaczone izotermy Y przebiegają płasko (dłuższy przebieg) oraz wykazują większy odstęp pionowy, wskutek czego uzyskuje się większą głębokość hartowania 5.

Na fig. 9, przedstawiającej sposób hartowania według wynalazku, palnik do ogrzewania wstępnego jest oznaczony tak samo cyfrą 4. Palnik ten dostarcza stosunkowo dużo ciepła, wskutek czego powierzchnia hartowanego przedmiotu zostaje wstępnie ogrzana np. do temperatury 1050°C. Palnik hartowniczy 2 pracuje przy stosunkowo małym obciążeniu i dostarcza tyle ciepła, aby uzyskać żadaną temperaturę hartowania, jak również do wytworzenia strefy żarzenia o żądanej szerokości. W żadnym przypadku nie należy wytwarzać za pomocą palnika hartowniczego takiej temperatury, aby trzeba było zwiększyć szybkość przesuwu i przez to zmniejszyć głębokość hartowania. W tym przypadku odległość dyszy hartowniczej 3 od palnika 4 do podgrzewania wstępnego winna wynosić najmniej 250 mm; najlepiej 400—600 mm. Wskutek tego ilość ciepła dostarczana palnikami 2 i 4 jest w ciągu wystarczającego czasu doprowadzana do wnętrza hartowanego przedmiotu, dzięki czemu uzyskuje się przy chłodzeniu odpowiednio grubą warstwę zahartowaną 5.

Izotermy Z wykazują znacznie dłuższy przebieg i większy odstęp pionowy, umożliwiając uzyskiwanie znacznie grubszej warstwy zahartowanej 5.

Przy wykonywaniu sposobu według wynalazku uzyskuje się przy zachowaniu odpowiednich warunków głębokość hartowania około 15—60 mm, co jest możliwe do osiągnięcia we wszystkich wyżej wymienionych przypadkach. W każdym przypadku można hartować powierzchniowo duże walce do walcowania na zimno, przy czym można uzyskać głębokość hartowania około 40 mm przy użyciu palnika hartowniczego i palnika podgrzewającego przy szczególnie łagodnej strefie przejściowej. Wytwarza się przy tym strefa żarzenia o szerokości około 500 mm. Przy stosowaniu sposobu w praktyce wystarczy nieduże wypróbowanie w celu dostosowania temperatury podgrzewania wstępnego i hartowania do szybkości przesuwu hartowanego przedmiotu, aby zapobiec jakiemukolwiek szkodliwemu przegrzaniu powierzchni hartowanych przedmiotów.

Wynalazek niniejszy pozwala na znaczne rozszerzenie zakresu stosowania hartowania powierzchniowego do granic wymaganych przez

technikę współczesną. Ponadto daje on duże oszczędności.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób hartowania powierzchniowego przedmiotów stalowych, zwłaszcza walców do walcowania na zimno o średnicy większej niż około 300 mm sposobem posuwistym prostoliniowym lub obrotowym, przy którym powierzchnię hartowanego przedmiotu podgrzewa się przed ogrzewaniem jej do temperatury hartowania i następującym potem nagłym chłodzeniem jednorazowo lub kilkakrotnie do temperatury przewyższającej temperaturę punktu A_{c3} , znamienne tym, że hartowany przedmiot przy pierwszym działaniu ciepłem na jego powierzchnię ogrzewa się do temperatury znacznie przekraczającej temperaturę punktu A_{c3} , najlepiej do $950-1050^{\circ}\text{C}$ i gromadzi się w hartowanej powierzchni tak dużo ciepła, aby powierzchnia hartowanego przedmiotu, aż do rozpoczęcia nagłego ochłodzenia, ewentualnie przez ponowne ogrzewanie, wykazywała strefę żarzenia o szerokości co najmniej 250 mm, najlepiej 400—600 mm w temperaturze leżącej ponad temperaturą punktu A_{c3} .
2. Odmiana sposobu według zastrz. 1, znamienna tym, że w przypadku dobrania temperatury wstępnego podgrzewania przy górnej granicy zakresu temperatur uwarunkowanego danym tworzywem (około $1000-1150^{\circ}\text{C}$), pomija się po-

nowne ogrzewanie przed nagłym chłodzeniem.

3. Sposób według zastrz. 1, znamienne tym, że stosuje się temperaturę rozpoczęcia nagłego chłodzenia o $50-200^{\circ}\text{C}$ wyższą od zwykle stosowanej temperatury chłodzenia.
4. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 1—3, posiadające palnik hartowniczy, ewentualnie palnik do wstępnego podgrzewania i dyszę chłodniczą, znamienne tym, że odstęp pomiędzy palnikiem hartowniczym i dyszą chłodniczą wynosi co najmniej 100 mm i najwyżej 600 mm.
5. Urządzenie według zastrz. 4, znamienne tym, że odstęp pomiędzy palnikiem do wstępnego podgrzewania i dyszą chłodniczą wynosi co najmniej 250 mm.
6. Urządzenie według zastrz. 4, posiadające kilka palników do wstępnego podgrzewania, znamienne tym, że odstęp pomiędzy pierwszym palnikiem do wstępnego podgrzewania i dyszą chłodniczą wynosi co najmniej 250 mm, powiększoną o około 100 mm dla każdego dalszego palnika do wstępnego podgrzewania.
7. Urządzenie według zastrz. 4—6, znamienne tym, że zamiast palnika gazowo-tlenowego jest zaopatrzony w elektryczne urządzenie grzejne.

Vereinigte Österreichische Eisen-
und Stahlwerke Aktiengesellschaft
Zastępca: Kolegium Rzeczników Patentowych.



