

KRALJEVINA SRBA, HRVATA I SLOVENACA  
UPRAVA ZA ZAŠTITU  INDUSTRIJSKE SVOJINE

KLASA 49 (3)

IZDAN 28. aprila 1922

## PATENTNI SPIS BR. 188

**Giuliniwerke A. G. Basel.**

Postupak za povećanje tvrdoće, čvrstoće i obradljivosti metala.

Prijava od 15. marta 1921.

Važi od 1. oktobra 1921.

Pvavo prvenstva od 28. oktobra 1916 (Nemačka).

Poznato je da se može uticati na one osobine metala koje su od važnosti za tehniku zagrevanjem istih na visokoj temperaturi. Naša metoda kojom se povećava tvrdoća, čvrstoća i obradljivost metala, osniva se protivno poznatim postupcima na to što su metali, kako sami tako i u legurama, a naročito aluminium i aluminiumove legure, ne zagrevaju na visokoj temperaturi već na relativno niskim temperaturama koje se nalaze ispod one karakteristične temperature za obradu dotičnih metala u usijenom stanju. Temperatura, pri kojoj se postizava u najkraćem vremenu najveća moguća tvrdoća i čvrstoća različita je za svaki metal i svaku leguru, ali pri tom sasvim određena. Nazovimo ovu temperaturu karakterističnom temperaturom toplotne tvrdoće (Warmhärte-temperatur), ona se određuje probom.

Našim postupkom postaju za kratko vreme lako obradljivim i dobijaju osobine velike čvrstoće i tvrdoće oni metali koji se inače na drebanku teško obradjuju. Zagrevanjem na relativno niskim temperaturama postizava se kod metala u najkraćem vremenu stabilna ravnoteža strukture za temperature obične upotrebe. Temperature koje se trebaju primeniti utvrđuju se pro-

bama na taj način, što se metal održi nekoliko dana na izvesnoj poznatoj, konstantnoj temperaturi, a zatim se vrši proba tvrdoće, kojom se iznadje da li je dotični metal postao mekšim ili tvrdjim. Na osnovu dobivenih rezultata pristupa se daljem ispitivanju na drugoj, višoj temperaturi i ponovo se izvrši proba tvrdoće. Pri sistematskom izboru temperatura može se početi bilo od niske bilo od visoke temperature i postepenim povećavanjem ili smanjivanjem odrediti temperatura, pri kojoj nastupa najbrže otvrdjivanje. Kada se probe za iznalaženje najpogodnije temperature tvrdoće vrše dovoljno dugo, t. j. za vreme od nekoliko nedelja, vidi se iz rezultata, koja se najveća tvrdoća može dostignuti za dotični metal. Zatim se menjanjem temperatura traži ona, na kojoj se može najbrže postići ova maksimalna tvrdoća. To je temperatura koju smo nazvali „karakterističnom temperaturom toplotne tvrdoće“ (Warmhärte-temperatur).

U svakom slučaju hlađenje metala od temperature toplotne tvrdoće na običnu temperaturu nema nikakvog uticaja na tvrdoću i žilavost metala. S toga se ovaj može rashladiti bilo naglo bilo postepeno.



### 1. P r i m e r.

Da bi se legure koje se sastoje iz 65% aluminijuma i 15% cinka otvrdnule do maksimalne Brinellove tvrdoće od 85,7—92,6 moraju se, dok su još tople po livenju ili usijanju na 550°C, ako su u hladno obradjenom stanju, ostaviti da leže 4 do 5 dana pri temperaturi od ca. 700°, bilo na vazduhu ili u bezvazdušnom prostoru, ili u indiferentnoj atmosferi ili u zavoji od infuzorijske zemlje ili ilovače. Time se postiže otvrdjavanje od 80—90%.

Karakteristična temperatura toplotne tvrdoće za ovu leguru od 700° utvrdjenja je na sledeći način:

Legura od 85% aluminijuma i 15% cinka ostavi se posle livenja da se na vazduhu rashladi. Po tom se ispita tvrdoća pomoću Brinellove probe kuglanog pritiska sa probnim pritiskom od 150 kg i prečnikom kugle od 19 mm. Tvrdoća legure iznosi kad se izmeri odmah posle rashladjenja 50 stepeni Brinellovih. Zatim se četiri komada ove livene legure podvrgnu toplotnom tretiranju pri raznim temperaturama, i to na pr. komad Br. 1 pri 40°C, komad Br. 2 pri 70°C, komad Br. 3 pri 90°C i komad Br. 4 pri 110°C. Toplotno tretiranje prekida se više puta, metalni se komadi rashlade do obične sobne temperature (bilo da se ostave da se rashlade na vazduhu, bilo da se naglo rashlade u vodi) i svaki put se izvrši proba tvrdoće. Iz sledeće tabele 1 vidi se promena tvrdoće pojedinih livenih komada:

| Probni komad Br. | Temperatura °C | Brinellova tvrdoća P-150 kg. D-10m/m |      |      |      |            |      |      |      |
|------------------|----------------|--------------------------------------|------|------|------|------------|------|------|------|
|                  |                | posle sati                           |      |      |      | posle dana |      |      |      |
|                  |                | 9                                    | 24   | 3    | 4    | 5          | 10   | 20   | 30   |
| 1                | 40             | 53,4                                 | 60,5 | 69,1 | 74,1 | 74,6       | 85,7 | 85,7 | 85,7 |
| 2                | 70             | 60,5                                 | 69,1 | 72,6 | 85,7 | 92,6       | 92,6 | 92,6 | 92,6 |
| 3                | 90             | 60,5                                 | 74,1 | 69,1 | 64,6 | 64,5       | 60,2 | 60,2 | 58,3 |
| 4                | 110            | 58,6                                 | 64,6 | 69,1 | 69,1 | 69,1       | 64,6 | 56,5 | 56,5 |

Kao što se iz ove tabele vidi, legura od 85% aluminijuma i 15% cinka najbrže je dostigla svoju maksimalnu tvrdoću toplotnim tretiranjem pri 70°C za 4 do 5 dana. Povećanje tvrdoće od 50 na 92,5 iznosi 42,6 Brinellovih stepeni ili s pogledom na početnu tvrdoću 85%.

Ako je legura valjana, razvlačena ili kovana, onda se ona predhodno usija pri 530—550°C, pa se posle hladjenja na vazduhu podvrgava toplotnom tretiranju pri 70°C.

Ova se legura, koja bez otvrdnjavanja

ima 50—60° Brinellove tvrdoće, da je teško obradljivati ostrim alatima, kao na pr, i čist aluminijum za trgovinu. Posle otvrdnjavanja do 92,6° Brinellovih ova se legura daje isto tako lako obradljivati na drebanku kao i mesing. Pri tome legura nije izgubila ni u koliko svoju duktilnost i mogla se je i dalje obradljivati u hladnom stanju valjanjem i razvlačenjem uz povećanje čvrstoće. Da ne bi pri tome ova izgubila svoju tvrdoću dobivenu predhodnim toplotnim otvrdnjavanjem, ne sme se hladno obradjivanje izvoditi pri višim temperaturama od 70°C. S toga treba metal za vreme obradjivanja češće rashladjivati u vodi.

### 2. P r i m e r.

Da bi se postigla maksimalna Brinellova tvrdoća od 55,3 treba grejati legure sastavljene od 98% aluminijuma i 2% bakra još dok su tople posle livenja ili žarenja, 10 dana pri 160°C, kao što je izloženo u prvom primeru, na vazduhu ili s odstranjenjem vazduha.

Početna tvrdoća jedne legure od 98% aluminijuma i 2% bakra iznosi posle livenja ili žarenja 32,7 Brinellovih stepeni, kao što je izloženo u 1 primeru. Iz sledeće tabele vidi se, da karakteristična temperatura toplotne tvrdoće iznosi 160°C.

| Probni komad Br. | Temperatura °C | Brinellova tvrdoća P-150 kg. D- 0m/m |      |      |      |            |      |      |
|------------------|----------------|--------------------------------------|------|------|------|------------|------|------|
|                  |                | posle sati                           |      |      |      | posle dana |      |      |
|                  |                | 9                                    | 24   | 3    | 5    | 10         | 20   | 30   |
| 1                | 35             | 32,7                                 | 35,7 | 35,7 | 35,7 | 87,2       | 39,0 | 39,0 |
| 2                | 65             | 32,7                                 | 35,7 | 35,7 | 37,2 | 42,9       | 42,9 | 42,9 |
| 3                | 105            | 32,7                                 | 35,7 | 35,7 | 37,2 | 42,9       | 43,3 | 52,4 |
| 4                | 160            | 32,7                                 | 35,7 | 39,0 | 42,9 | 55,3       | 55,3 | 55,3 |
| 5                | 190            | 32,7                                 | 35,7 | 42,9 | 42,9 | 39,0       | 37,1 | 35,0 |

Otuda sleduje: početna tvrdoća 32,70 Brinell tvrdoća posle desetodnevnog toplotnog otvrdnjavanja pri 160° C 55,3 Brinell.

Dok takozvana temperatura toplotne tvrdoće iznosi za aluminijum i njegove legure u kojima aluminijum prevladjuje najviše oko 160°—200° C, dotle su ove temperature često mnogo više za metale, kao bakar, mesing, bronza itd. odgovarajući njihovim višim tačkama topljenja.

### 3. Primer.

Zagrevajući 24 časova čist cink pri približno 300° C, postiže se najveća Brinell



Izloženost tvrdosti od 39,0 što odgovara povećanju tvrdoće za 10% u pogledu na neotvrdnuti cink.

#### 4. Primer.

Kod čistoga bakra postizava se najveća Brinellova tvrdoća od 42,0 za 20 dana pri temperaturi od približno 200°C, čime se postizava povećanje tvrdoće od 40%.

Tvrdoća čistoga bakra bila je 30,0 odmah posle livenja ili žarenja.

Karakteristična temperatura toplotne tvrdoće od 200°C određuje se po rezultatima ispitivanja izloženih u sledećoj tabeli.

| Probni komad Br. | Temperatura °C | Brinellova tvrdoća P-150 kg. D-10 m/m |      |      |            |      |      |      |
|------------------|----------------|---------------------------------------|------|------|------------|------|------|------|
|                  |                | posle sati                            |      |      | posle dana |      |      |      |
|                  |                | 9                                     | 24   | 3    | 5          | 10   | 20   | 30   |
| 1                | 110            | 30,0                                  | 30,3 | 32,5 | 32,5       | 32,5 | 32,5 | 32,5 |
| 2                | 160            | 30,0                                  | 32,7 | 32,7 | 32,7       | 32,7 | 32,7 | 32,7 |
| 3                | 200            | 31,2                                  | 32,7 | 32,7 | 39,0       | 39,0 | 42,9 | 42,9 |
| 4                | 300            | 31,2                                  | 31,2 | 32,7 | 35,7       | 35,7 | 39,0 | 39,0 |

#### 5. Primer.

Zagrevanjem pri približno 500°C povećava se Brinellova tvrdoća bronze koja se sastoji od 94% bakra i 6% kalaja posle 5 dana na 65,5. Tvrdoća se povećava za 12%.

#### 6. Primer.

Zagrevanjem pri približno 300°C povećava se tvrdoća mesinga, koji se sastoji od 72% bakra i 80% cinka posle 3 dana na 47,4 Brinellovih stepena t. j. za 15%.

#### 7. Primer.

Pre toplotnog tretiranja iznosila je tvrdoća mekog usijanog topljenog gvoždja 85,7 Brinellovih stepeni. Pedesetodnevnim zagrevanjem pri 300°C postigla se je Brinellova tvrdoća od 104. Grejanje se vrši u indiferentnoj atmosferi u zavoju ili drugim odstranjenjem vazduha. Otvrdnjavanje iznelo je prema tome 21%. Posle 15 dana povećava se tvrdoća na 92,6 a posle 30 dana na 100.

Najpovoljnije otvrdnjavanje topljenog gvoždja pri 300°C vidi se iz sledeće tabele, rezultat praktičnih opita.

| Probni komad Br. | Temperatura °C | Brinellova tvrdoća P-150 kg. 10 m/m |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|----------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                  |                | posle dana                          |      |      |      |      |      |      |      |
|                  |                | 1                                   | 3    | 5    | 10   | 15   | 30   | 50   | 60   |
| 1                | 150            | 85,7                                | 85,7 | 85,7 | 85,7 | 85,7 | 85,7 | 85,7 | 85,7 |
| 2                | 260            | 85,7                                | 85,7 | 85,7 | 89,0 | 89,0 | 89,0 | 89,0 | 89,0 |
| 3                | 300            | 85,7                                | 85,7 | 85,7 | 92,6 | 92,6 | 100  | 104  | 104  |
| 4                | 380            | 85,7                                | 85,7 | 89,0 | 89,0 | 89,0 | 89,8 | 89,8 | 89,8 |

Toplotno tretiranje može se primeniti kako na gotove proizvode, tako i između pojedinih faza obradivanja metala. No posle toplotnog otvrdnjavanja ne mogu se metali više obradivati u toplom stanju presovanjem, valjanjem, kovanjem i t. d. pri višim temperaturama od karakteristične temperature toplotne tvrdoće. S druge strane, pak, može se još dozvoljenom obradom u hladnom stanju valjanjem, razvlačenjem, kovanjem i t. d. proizvesti dalje povećanje tvrdoće, čvrstoće i obradljivosti ostrim alatima.

Ovo dalje otvrdnjavanje valjanjem, razvlačenjem i t. d. biva po poznatim zakonima, tako da se čvrstoća povećava gotovo proporcionalno meri hladne obrade, određenom opadanjem preseka, da se tvrdoća isprva brzo povećava a zatim lagano i da rastegljivost isprva brzo opada a zatim lagano. Čvrstoća se može, brojno izražena, povećati do 100% i više početne čvrstoće, prema stepenu mehaničke obrade.

#### Patentni zahtevi:

1) Postupak za povećanje tvrdoće, čvrstoće i obradljivosti metala, naznačen time, što se isti zagrevaju na relativno niskim temperaturama, koje se nalaze ispod karakterističnih temperatura za obradu dotičnih metala u usijanom stanju.

2) Postupak u smislu patentnog zahteva pod 1 naznačen time, što se aluminijum i legure aluminijuma, u kojima aluminijum prevladjuje, zagrevaju do maksimalne tvrdoće na temperaturama od 160°—200°C.

3) Postupak u smislu patentnog zahteva pod 1 naznačen time, što se metali greju do karakterističnih temperatura toplotne tvrdoće (Warmhahntemperatur) do postignuća željene tvrdoće.



