

NORGE



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

Utlegningskrift nr. 118925

Int. Cl. C 21 d 1/62 Kl. 18c-1/62

Patentsøknad nr. 165.020 Inngitt 5.X 1966

Løpedag -

Søknaden alment tilgjengelig fra 1.VII 1968

Søknaden utlagt og utlegningskrift utgitt 2.III 1970

Prioritet begjært fra: 24.XI-65, 14.III- og 22.
VI-66 USA, nr. 509.593, 542.982 og
563.016

Bethlehem Steel Corporation,
701 East Third Street, Bethlehem, Pa., USA.

Oppfinnere: George F. Melloy, 1131 North New Street, Bethlehem,
Pa. og Joseph W. Hlinka, 1351 Stafore Drive, Bethlehem,
Pa., USA.

Fullmektig: Siv.ing. Ole J. Aarflot.

Fremgangsmåte for herding av stålplater ved bråkjøling med vannstråler.

Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte for herding av stålplater og mer spesielt en fremgangsmåte for stålplater som kan herdes ved bråkjøling med vannstråler.

Det er vel kjent å herde stål ved å oppvarme det til en temperatur ved hvilken stålet er austenittisk og derpå avkjøle det brått ved neddykking i vann. Dette er en praktisk metode for herding av små deler, men den kan ikke uten videre brukes til herding av store plater, på grunn av vanskeligheten med å skaffe en jevn røring i en stor tank og fordi ujevn røring resulterer i uriktige og uensartede fysikalske egenskaper. Vannstråler har tidligere vært brukt til å skaffe jevn bråkjøling av stålplater, men disse har fremkalt effektiv herding bare for relativt herdbare stållegeringer eller for relativt tynne plater av karbonstål.

Det er oppdaget at stålplater kan herdes effektivt i tykkelser større enn, og/eller med herdbarhet mindre enn det som tidligere var mulig ved bråkjøling med vannstråler, forutsatt at mengden og trykket av vannet opprettholdes ved eller over visse grenser og i et slikt forhold til hverandre som i det følgende skal beskrives fullstendig.

Hovedgjenstanden for denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for herding av stålplater, hvor disse bråkjøles ved hjelp av vannstråler med nye parametre.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er således av den art hvor en stålplate herdes ved bråkjøling idet platen oppvarmes til en herdetemperatur ved hvilken den er fullstendig austenittisk og derpå bråkjøles fra nevnte herdetemperatur ved hjelp av vannstråler i et tidsrom som er tilstrekkelig til å redusere dannelsen av høytemperaturumvandlingsprodukter, idet platen beveges gjennom en enkelt herdesone eller trinnvis gjennom et antall tilgrensende herdesoner, idet herdesonen eller sonene har en bredde som minst svarer til platens dimensjon i retning på tvers av bevegelsesretningen, og idet bråkjølingen foregår ved hjelp av minst en vannstråle som er rettet mot i det minste den ene siden av platen, og fremgangsmåtens karakteristiske trekk fremgår av karakteristikken i krav 1.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen skal beskrives nærmere under henvisning til tegningene, hvor:

Fig. 1 er en grafisk fremstilling med logaritmiske koordinater som viser hvordan varmeoverføringskoeffisienten mellom stålplater og vannstråler som er rettet mot dem, varierer med en bestemt parameter i den første del av bråkjølingen. Denne parameter skal defineres som en funksjon av vanntrykk og -mengde samt innfallsvinkelen.

Fig. 2 er en grafisk fremstilling med logaritmisk abscisse og aritmetisk ordinat, som viser punkter omsluttet av to stiplete kurver, som illustrerer hvordan sluttstyrken i en stålplate som er bråkjølt med vannstråler rettet mot dem, varierer i overensstemmelse med nevnte parameter. På fig. 2 er også tegnet inn, som heltrukken kurve, kurven fra fig. 1.

Ved utførelsen av denne oppfinnelse oppvarmes en stålplate

som skal herdes, til en herdetemperatur ved hvilken stålet er fullstendig austenittisk og bråkjøles derpå fra denne temperatur med vannstråler av høy intensitet som har bestemte karakteristika beskrevet i det følgende.

De høyintense stråler ifølge denne oppfinnelse skal rettes mot platen ved bråkjølingens innledningsperiode lenge nok til å redusere dannelsen av høytemperatur-omvandlingsprodukter. Det nødvendige tidsrom kan variere med sammensetningen og tykkelsen av platen som skal bråkjøles. Vel kjent for fagfolk på området er at bestemmelse av denne tiden kan foretas ved hjelp av isoterme tid/temperatur-omregningsdiagrammer og ved kontinuerlige avkjølingstransmisjonsdiagrammer som er karakteristisk for den spesifikke sammensetning.

Ved utførelsen av denne oppfinnelse velges vannmengde og -trykk slik at parameteren $Q \sqrt{P} \sin \theta$ for hver strålespiss i nevnte innledningsperiode ikke er mindre enn ca. 110. I parameteren $Q \sqrt{P} \sin \theta$ er Q vannmengden i liter pr. sek., P er overtrykket av vannet i strålespissen i kg/cm^2 og θ , innfallsvinkelen er den spisse eller rette vinkel mellom overflaten av platen og senterlinjen i vannstrålen. Det er bestemt at for effektiv bråkjøling kan faktorene Q og P ikke være mindre enn bestemte minimumsverdier. Q må være høy nok, ikke mindre enn ca. 20 l/sek pr. m^2 , slik at vannet kan føre vekk varmen fra platen uten selv å bli særlig oppvarmet, og P må være høy nok, ikke mindre enn ca. 2,5 kg/m^2 ato, til å sikre at strålene gjennomborer vannfilmen ved platens overflate.

I fig. 1 viser de innregnede punkter og den heltrukne kurve 16 hvordan begynnelses-varmeoverførings-koeffisienten "h" i $\text{Kcal/m}^2 \times \text{timer} \times ^\circ\text{C}$ mellom en stålplate og vannstråler er avhengig av $Q \sqrt{P} \sin \theta$. Fig. 1 viser klart at "h" øker til et maksimum når $Q \sqrt{P} \sin \theta$ økes til en verdi av ca. 110 og forblir konstant ved dettes maksimum etter som $Q P \sin \theta$ vokser til verdier større enn ca. 110.

Fig. 2 viser hvordan sluttstyrken i en stålplate varierer med verdien av $Q \sqrt{P} \sin \theta$. Punktene er omsluttet av den stiplede kurve 17, som representerer punktenes maksimumsområde, og av den stiplede kurve 18, som representerer minimum. Alle data for sluttstyrken ble oppnådd ved strekkprøver som gjorde bruk av prøver som var kuttet ut av 19 mm tykke stålplater, med den sammensetning som er vist i tabell 1, etter bråkjøling fra en tem-

peratur over Ac_3 med vannstråler rettet mot motsatte sider av platen i en vinkel av 90° og herding ved $427^\circ C$.

Tabell I

<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Si</u>
0,28	1,18	0,013	0,031	0,25

Kurve 16 fra fig. 1, overført til den nye ordinatskala, er også vist i fig. 2, som den heltrukne kurve 16. Likheten m.h.t. formen av kurve 16 og formen av den omsluttende kurve dannet av kurvene 17 og 18 er bemerkelsesverdig. Imidlertid må oppmerksomheten henledes på den store spredning i punktene for sluttstyrke-dataene under en verdi av ca. 110 for $Q\sqrt{P}\sin\theta$ og særlig ved mellomverdier av $Q\sqrt{P}\sin\theta$. Det skal refereres til denne spredning senere.

Fig. 2 viser klart at den maksimale avkjølingshastighet som er mulig ved bråkjøling med vannstråler som herbeskrevet, oppnås ved å opprettholde vannmengde og -trykk samt innfallsvinkel slik at verdien av $Q\sqrt{P}\sin\theta$ ikke er mindre enn ca. 110 og at en slik avkjølingshastighet resulterer i en sluttstyrke som er lik eller overstiger sluttstyrken som oppnås på en prøve av det samme stål ved hjelp av bråkjøling som foregår ved neddykking i vann under kraftig omrøring, og herding ved $427^\circ C$, som antydnet ved den horisontale stiplede linje 19 og ved en verdi av $85,4 \text{ kg/mm}^2$.

Det er tydelig at ved bråkjøling med vannstråler i henhold til denne oppfinnelse vil økning av verdien av $Q\sqrt{P}\sin\theta$ til over 110 ikke medføre økning i avkjølingshastigheten av platen. Denne oppfinnelse viser således ikke bare hvordan man kan oppnå maksimal avkjølingshastighet ved bråkjøling ved hjelp av vannstråler, men også hvordan man kan oppnå denne hastighet med minst forbruk av vann og pumpeenergi.

Et annet nevneverdig poeng er at ved verdier av $Q\sqrt{P}\sin\theta$ som er betydelig lavere enn 110, består ikke bare muligheten for å oppnå mindre effektiv bråkjøling, men også faren for å oppnå varierende eller uforutsette egenskaper hos platen fordi forandringer i "h" og derfor i avkjølingshastigheten ledsager små og av og til uunngåelige forandringer i Q og/eller P. Det siste poeng er illustrert i fig. 2 ved spredningen i sluttstyrke-dataene ved verdier av $Q\sqrt{P}\sin\theta$ mindre enn 110.

Det er av interesse at kurven for "h" contra $Q\sqrt{P}\sin\theta$ i fig. 1 er steilest ved eller nær en verdi av $Q\sqrt{P}\sin\theta$ lik 31,6, som

er dens verdi når Q og P begge er lik sine respektive minimumsverdier, 20 og 2,5. Det faktum at verdier av " h " i dette område er mest ømfintlig for forandringer i $Q\sqrt{P}\sin\theta$, antyder at varmeoverføringen fra plate til vann varierer fra den ene mekanisme til den andre. Dette sammen med den større spredning i dataene for " h " i og under dette område, poengterer igjen betydningen av nødvendigheten av en gitt verdi og å justere P for å skaffe en verdi ikke mindre enn ca. 110 for $Q\sqrt{P}\sin\theta$ eller å opprettholde P ved eller over dens spesifiserte minimumsverdi og å justere Q for å skaffe en verdi ikke mindre enn ca. 110 for $Q\sqrt{P}\sin\theta$. Med andre ord, maksimal avkjølingshastighet kan hverken oppnås ved bråkjøling med vannstråler ved for lavt trykk selv med en meget stor vannmengde eller oppnås hvis for lite vann tilføres, selv ved meget høyt trykk. Det skal også bemerkes at $Q\sqrt{P}\sin\theta$ avtar når θ øker.

Tabell II gir for $\theta = 90^\circ$ eksempler på kombinasjoner av vannets strømningshastighet og trykk som gir en verdi av $Q\sqrt{P}\sin\theta$ lik 110 og illustrerer hvordan vannstrømningen og vanntrykket kan varieres innen vide grenser under opprettholdelse av maksimal avkjølingshastighet.

Tabell II

$$Q\sqrt{P} = 110$$

<u>$P(\text{kg/cm}^2)$</u>	<u>$Q (\text{liter pr. sek/m}^2)$</u>
2,5	70,0
7,0	41,5
11,8	32,0
27,5	21,0

Ensartet dekning innen strålemønsteret for en individuell strålespiss er åpenbart ønskelig, og strålespisser som gir slik ensartethet er for tiden oppnåelige. Etter den innledende bråkjøling av stor intensitet kan videre bråkjøling utføres med stråler for hvilke parameteren $Q\sqrt{P}\sin\theta$ er mindre enn 110.

Vannstråler fra et flertall strålespisser kan brukes til bråkjøling av plater med flateinnhold større enn det som kan dekkes av dusjen fra en enkelt spiss, forutsatt at $Q\sqrt{P}\sin\theta$ for hver spiss ikke er mindre enn ca. 110. Strålene kan, om ønskes, rettes samtidig mot hele overflaten av platen som skal bråkjøles, i hvilket tilfelle strålespissene bør plasseres slik at strålene fullstendig dekker arealet av sidene som de stråler mot, dvs. slik at man unngår tomrom mellom arealer som treffes av de enkelte

stråler, da slike tomrom ikke vil bli effektivt bråkjølt. Imidlertid kan det være å foretrekke å rette strålene mot bare en del eller mot deler av platearealet til enhver tid og så bevege platen relativt til strålene for herding av hele platen. En passende metode til å fullføre dette på, er å bevege platen gjennom en bråkjølingssone med en bredde av minst samme dimensjon som platens, som er på tvers av bevegelsesretningen, og med en lengde i bevegelsesretning som er flere ganger, fortrinnsvis 5 eller mer, tykkelsen av platen. Dette vil redusere langsgående varmestrømninger inne i platen fra den varme til den bråkjølte del. Strålespissene bør plasseres slik at strålene fullstendig dekker bråkjølingssonens areal, dvs. slik at man unngår tomrom mellom arealer som treffes av dusj fra enkeltspisser. Overlapping av arealene som treffes av dusj fra enkeltspisser, er ikke skadelig for platens egenskaper, men det betyr sløsing med vann.

I stedet for en enkelt bråkjølingssone kan man bruke flere soner, hvor hver har en lengde som er mindre enn noen ganger tykkelsen av platen. Imidlertid må sonenes samlede lengde være flere ganger, fortrinnsvis 5 eller mer, tykkelsen av platen.

Som omtalt ovenfor, bør de høyintense stråler rettes mot platen lenge nok til å redusere dannelsen av høytemperaturomvandlingsprodukter, hvorved den nødvendige tid beror på sammensetningen og tykkelsen av platen som skal bråkjøles. For å illustrere avkjølingshastigheter som er oppnåelige ved bråkjøling med de høyintense stråler ifølge denne oppfinnelse, kan det nevnes at slike stråler som rettes mot motsatte sider av en plate av karbonstål ved en jevn temperatur av 905°C , vil avkjøle platens sentrum til tilnærmet 260°C i løpet av 6 sek. hvis platen er 6 mm tykk og i løpet av 16 sek. hvis den er 19 mm tykk. Bråkjølingstiden, ved bevegelse av platen relativt til strålene, bestemmes av platens hastighet og lengden av bråkjølingssonen eller -sonene. Hvis f.eks. platen beveger seg forbi en bråkjølingssone som er 1 meter lang, med en hastighet av 10 m/min., vil den tiden som hver del av platen oppholder seg i bråkjølingssonen, være 6 sek. Lengre tider kan oppnås ved å gjøre bråkjølingssonen eller -sonene og/eller ved å bevege platen med lavere hastighet.

Når man bråkjøler plater i overensstemmelse med denne oppfinnelse, rettes strålene fortrinnsvis samtidig mot motsatte sider av platen, da dette reduserer vridninger i platen.

I stedet for strålespisser kan man anvende andre hjelpemidler

som har huller eller sprekker, sammen med spredere for fordeling av vannet til stråler eller "tepper". I disse anvendelsesøyemed mener man med begrepet strålespiss å omfatte alle disse typer.

Denne oppfinnelse er anvendbar for herding av karbonstålplater og gjør det, for første gang, mulig - ved bråkjøling med vannstråler - effektivt å fremstille herdede karbonstålplater i tykkelser som hittil har krevet stållegeringer. Dessuten er oppfinnelsen anvendbar ved bråkjøling av plater av stållegeringer, da den gjør det mulig å minske det legeringsinnhold som er nødvendig for effektivt å herde en plate av gitt tykkelse eller å herde en tykkere plate av gitt legeringsinnhold, eller begge deler.

P A T E N T K R A V

Fremgangsmåte for herding av en stålplate som kan herdes ved bråkjøling hvor platen oppvarmes til en herdetemperatur ved hvilken den er fullstendig austenittisk og derpå bråkjøles fra nevnte herdetemperatur ved hjelp av vannstråler i et tidsrom som er tilstrekkelig til å redusere dannelsen av høytemperaturomvandlingsprodukter, idet platen beveges gjennom en enkelt herdesone eller trinnvis gjennom et antall tilgrensende herdesoner, idet herdesonen eller sonene har en bredde som minst svarer til platens dimensjon i retning på tvers av bevegelsesretningen, og idet bråkjølingen foregår ved hjelp av minst en vannstråle som er rettet mot i det minste den ene siden av platen, k a r a k t e r i s e r t ved at strålen fullstendig dekker platearealet i bråkjølingssonen eller sonene, og at parameteren $Q\sqrt{P} \sin \theta$ for hver strålespiss som produserer nevnte vannstråle, opprettholdes på en verdi av ikke mindre enn 110, hvor Q er mengden av vann i liter pr. sek. pr. m^2 av arealet av platen som strålene er rettet mot, P er overtrykket av vannet ved nevnte strålespiss i kg/cm^2 , og θ er vinkelen mellom overflaten av platen og senterlinjen av vannstrålen, idet Q ikke er mindre enn 20 og P ikke mindre enn 2,5, og at lengden av sonen eller den samlede lengden av sonene samt platens hastighet opprettholdes slik at hvert parti av platen befinner seg i bråkjølingssonen eller sonene i et tidsrom som er tilstrekkelig til å minimalisere dannelsen av høytemperaturomvandlingsproduktene.

Anførte publikasjoner:

Tysk utl. skrift nr. 1.159.480 (18c-1/62)
U.S. patent nr. 2.400.932 (148-12⁴), 3.036.825 (266-4)

118925

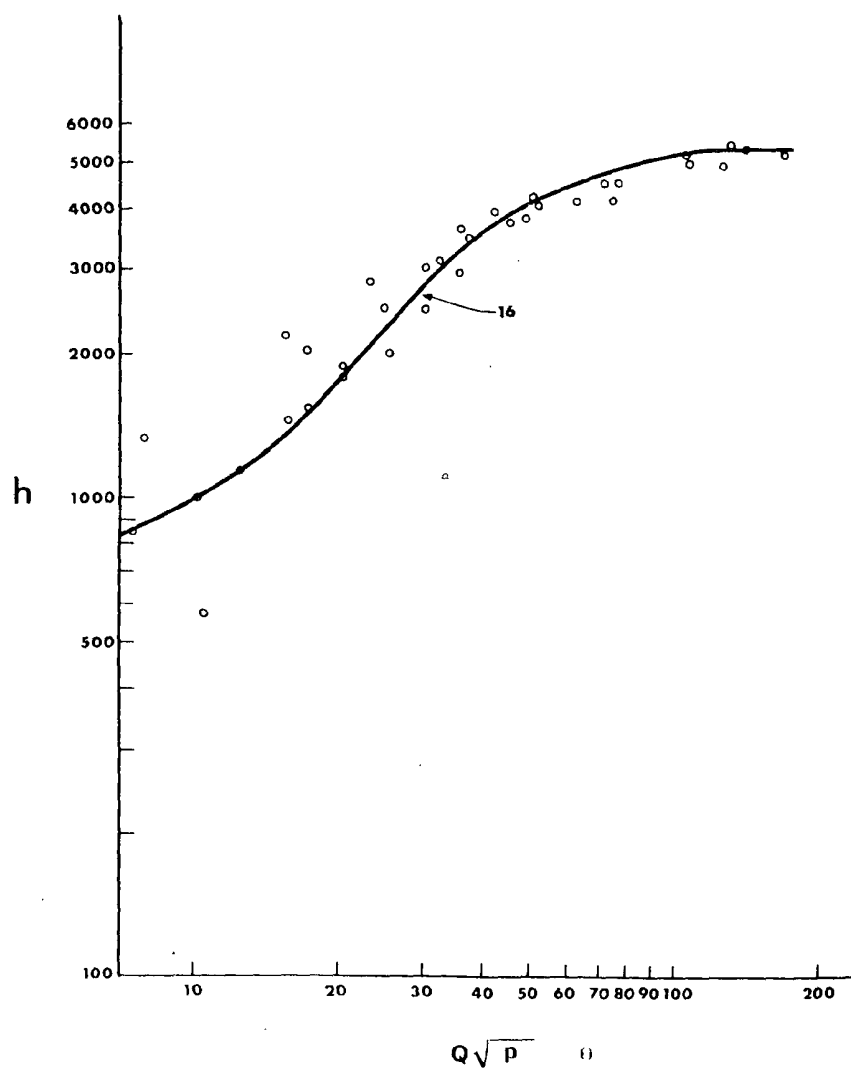


FIG. 1

118925

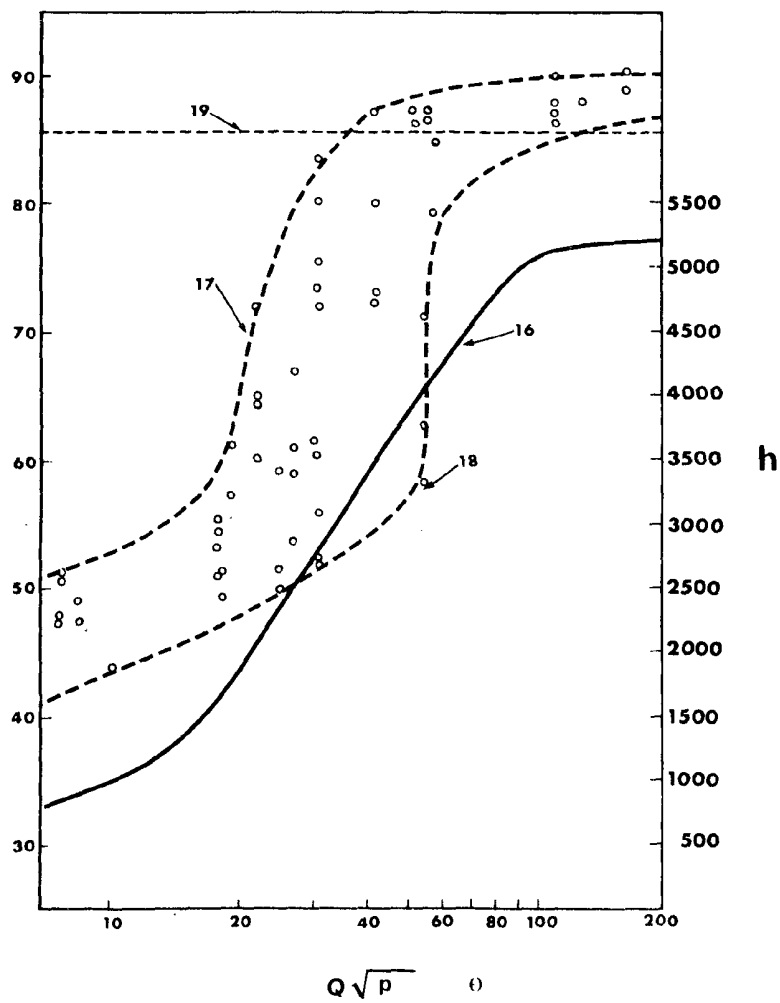


FIG. 2