



POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(22) Přihlášeno 02 05 79

(21) (PV 3012—79)

(40) Zveřejněno 29 02 80

(45) Vydáno 30 04 82

201555

(11) (B1)

(51) Int. Cl³

C 21 D 1/22

(75)

Autor vynálezu

SAIP JIŘÍ ing., TVRDÝ MIROSLAV ing. CSc., NEČAS OTTO ing.,
FUCIMAN ZDENĚK ing. a MOTLOCH ZDENĚK ing., OSTRAVA

(54) Způsob tepelného zpracování součástí z nízkouhlíkových chromnikových ocelí s převažující martenzitickou strukturou

Vynález se týká způsobu tepelného zpracování součástí z nízkouhlíkových chromnikových ocelí s převažující martenzitickou mikrostrukturou.

Obsah chromu se u těchto ocelí pohybuje v rozmezí 12 až 19 % hmotnostních, obsah niklu 3,5 až 7,5 % hmotnostních; kromě toho mohou být tyto oceli legovány molybdenem, mědí, popřípadě mohou mít zvýšený obsah manganu až do cca 10 % hmotnostních. Podle obsahu legur může strukturu těchto ocelí tvořit kromě martenzitu ještě austenit a ferit. Předností těchto ocelí jsou výborné užitné vlastnosti, charakterizované vysokými mechanickými a technologickými parametry, jmenovitě relativně vysokými pevnostními hodnotami, plastickými hodnotami, vrubovou a lomovou houževnatostí a velmi nízkými teplotami nulové houževnatosti při korozivzdornosti, dosahující úrovně austenitických nerezavějících ocelí a při relativně dobré svařitelnosti.

Dosažení maximálně příznivých vlastností těchto ocelí je však podmíněno optimálním tepelným zpracováním. Podle současného stavu techniky sestává tepelné zpracování těchto ocelí z normalizačního žíhání při teplotě 850 až 1 050 °C s ochlazením na vzduchu a z jednoho nebo několika popouštění. Při ochlazování z normalizační teploty na

vzduchu dochází i u silnostěnných součástí k transformaci na martenzit. Následujícím popouštěním v oblasti teplot nad A_{c1} dochází k popouštění martenzitu a současně k částečné transformaci na austenit v jemné disperzní formě, čímž se zvyšuje plasticita a houževnatost základní kovové matrice.

Velmi závažnou okolností při tepelném zpracování nízkouhlíkových chromnikových ocelí s převažující martenzitickou strukturní složkou je poměrně nízká teplota konce martenzitické přeměny M_f , která v závislosti na chemickém složení oceli může být v konkrétních případech i nižší než 50 °C. Pro dosažení strukturní homogenity a homogenity mechanických a technologických vlastností je nezbytně nutné, aby se tepelně zpracovávaná součást ochladila během normalizace (kalení) pod teplotu M_f v celém objemu. Nevýhodou tohoto dosavadního způsobu tepelného zpracování je velmi obtížné a zdlouhavé ochlazení součástí při kalení pod teplotu M_f . V případě nedostatečné kontroly teploty, zejména vnitřních partií součástí dochází k nedokončení transformace na martenzit v celém objemu součástí, z čehož vyplývá strukturní nehomogenita a nerovnoměrné mechanické a technologické vlastnosti. Při nedostatečném prokalení součástí v celém objemu existuje nebezpečí vzniku

čerstvě zakaleného martenzitu po následujícím popouštění. Případné použití účinnějšího ochlazovacího média při kalení, hlavně u tvarově složitějších součástí, jako jsou výkovky, odlitky, vylisky a svařence s rozdílnými tloušťkami stěn, není možné pro nebezpečí vzniku prasklin z tepelných, popřípadě transformačních pnutí.

Uvedené nedostatky dosavadního stavu techniky odstraňuje způsob tepelného zpracování součástí z nízkouhlíkových chromniklových ocelí s převažující martenzitickou strukturou podle vynálezu. Podstatou vynálezu je, že se součásti ohřejí na teplotu austenitizace a ochladí na vzduchu na povrchovou teplotu mezi teplotou počátku martenzitické přeměny M_s a teplotou konce martenzitické přeměny M_f , nato se dochladí pod teplotu konce martenzitické přeměny M_f v nejméně jednom chladicím médiu s ochlazovacím účinkem vyšším než má vzduch, načež se nejméně jednou popustí v oblasti teplot 200 až 700 °C.

Výhodou tepelného zpracování podle vynálezu je podstatné zkrácení doby tepelného zpracování, zejména ochlazování při kalení z austenitizační teploty a zaručené dosažení teploty nižší než teploty M_f , to znamená zajištění úplné strukturní transformace a homogenity mechanických a technologických vlastností v celém objemu tepelně zpracované součásti. Přitom nedochází k vyvolání tepelných pnutí ani u tvarově komplikovaných součástí.

K bližšímu objasnění podstaty vynálezu se dále uvádějí příklady použití způsobu tepelného zpracování součástí podle vynálezu.

Příklad 1

Výkovek víka o kusové hmotnosti 12 460 kg a o chemickém složení v množství podle hmotnosti: 0,022 % uhlíku, 0,58 % manganu, 0,31 % křemíku, 0,024 % fosforu, 0,010 % síry, 13,33 % chromu, 6,04 % niklu, 0,52 % molybdenu a 0,06 % mědi, zbytek železo a obvyklé nečistoty, byl tepelně zpracován tak, že na základě dilatometrické zkoušky byly stanoveny teploty martenzitické transformace a to $M_s = 165$ °C a $M_f = 60$ °C. Výkovek byl v žíhací peci ohřát na teplotu 960 °C a po výdrži 8 hodin byl z pece vyjmut a nejdříve volně ochlazován na vzduchu až do dosažení povrchové teploty 90 °C, kontrolované dotykovým termočlánkem, načež byl vložen do vodní lázně s cirkulující vodou o teplotě 19 °C, kde byl ponechán po dobu 140 minut. Měřením povrchové teploty byla potom zjištěna teplota 34 °C, tedy pod stanovenou teplotu M_f v celém objemu výkovku při již zanedbatelném teplotním spádu mezi povrchem a středními partiemi výkovku. Bezprostředně po zakalení následovalo popouštění výkovku na teplotě 670 °C s výdrží 12 hodin a s následujícím

chlazením na vzduchu a s opětovným dochlazením ve vodní lázni. Poté byl výkovek znovu popouštěn při teplotě 580 °C s výdrží 10 hodin a pozvolna ochlazován v peci. U výkovku víka, tepelně zpracovaného popsaným způsobem, bylo dosaženo následujících mechanických hodnot:

mez 0,2 v tahu, určená z trvalého prodloužení	$\sigma_{0,2} = 669$ MPa
mez pevnosti v tahu	$\sigma_{Pt} = 840$ MPa
tažnost na krátké tyči	$\delta_5 = 21$ %
kontrakce	$\psi = 55$ %

vrubová houževnatost na tyči s 2 mm

V vrubem $RV = 112$ J/cm²

Rozbor mikrostruktury prokázal strukturní homogenitu v celém průřezu výkovku. Doba ochlazování výkovku víka z teploty 90 °C na 34 °C se oproti době ochlazování běžným způsobem zkrátala na desetinu.

Příklad 2

Odlitek tělesa armatury o hmotnosti 8 650 kg z oceli o chemickém složení v množství podle hmotnosti: 0,019 % uhlíku, 0,64 % manganu, 0,37 % křemíku, 0,018 % fosforu, 0,012 % síry, 13,14 % chromu, 6,15 % niklu, 0,61 % molybdenu, 0,06 % mědi, zbytek železo a obvyklé nečistoty, byl tepelně zpracován tak, že byl ohřát v žíhací peci na teplotu 960 °C a po výdrži 6 hodin byl z pece vyjmut a volně ochlazován na vzduchu, až teplota povrchu odlitku, kontrolovaná dotykovým termočlánkem, klesla na 135 °C, načež byl odlitek ochlazován vodní sprchou za stálé kontroly teploty povrchu. Když teplota povrchu odlitku klesla na 80 °C, byl odlitek vložen do vodní lázně, kde byl ve vodě o teplotě 18 °C ochlazován po dobu 110 minut. Po této době byla na povrchu odlitku zjištěna teplota 32 °C, což zaručovalo bezpečně pokles teploty v celém objemu odlitku pod teplotu M_f , která v tomto případě byla dilatometrickou zkouškou stanovena na 50 °C ($M_s = 160$ °C). Tímto způsobem zakalený odlitek byl ihned vložen do pece, kde byl při teplotě 600 °C a výdrži 10 hodin popouštěn s následujícím pozvolným ochlazováním v peci. Materiál odlitku armatury po popsaném způsobu tepelného zpracování vykázal následující mechanické hodnoty:

mez 0,2 v tahu, určená z trvalého prodloužení	$\sigma_{0,2} = 612$ MPa
mez pevnosti v tahu	$\sigma_{Pt} = 760$ MPa
tažnost na krátké tyči	$\delta_5 = 23$ %
kontrakce	$\psi = 64$ %

vrubová houževnatost na tyči s 2 mm

V vrubem $RV = 158$ J/cm²

Metalografické šetření prokázalo úplnou shodu mikrostruktury povrchových a vnitřních partií odlitku. Doba ochlazování odlitku z teploty 135 °C na 32 °C se oproti době ochlazování běžným způsobem zkrátala na osminu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob tepelného zpracování součástí z nízkouhlíkových chromniklových ocelí s převážující martenzitickou strukturou, vyznačený tím, že se součásti ohřejí na teplotu austenitizace a ochladí na vzduchu na povrchovou teplotu mezi teplotou počátku martensitické přeměny M_s a teplotou konce

martensitické přeměny M_f , na to se dochladí pod teplotu konce martensitické přeměny M_f v nejméně jednom chladicím médiu s ochlazovacím účinkem vyšším, než má vzduch, načež se nejméně jednou popustí v oblasti teplot 200 až 700 °C.