



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

210183

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 04 04 80  
(21) (PV 2346-80)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 21 D 9/34

(40) Zveřejněno 30 04 81

(45) Vydáno 15 06 83

(75)

Autor vynálezu

MATEJOVIC KAREL ing. CSc., JELŠA JÚLIUS dipl. tech.,  
KOČÁREK JIŘÍ ing., PLZEŇ a SKÁLA JOSEF ing. CSc., PŘÍCHOVICE

(54) Způsob zpevňování austenitické vytvrditelné oceli

1

Vynález se týká způsobu zpevňování austenitické vytvrditelné oceli pro výrobu speciálních součástí ve strojírenském průmyslu, zejména stahovacích kruhů vinutí rotorů elektrických generátorů.

Stahovací kruhy vinutí rotorů elektrických generátorů se vyznačují náročnými požadavky na fyzikální, chemické a strukturní vlastnosti oceli charakterizované vysokými hodnotami meze pevnosti a průtažnosti, tažnosti, kontrakce, vrubové houževnatosti, odolnosti proti koroznímu praskání pod napětím, čistotou struktury, hodnotami magnetické permeability blízkými 1,0 a nízkými hodnotami vnitřního pnutí.

Dosavadní způsob výroby stahovacích kruhů vinutí rotorů elektrických generátorů spočívá v tom, že kruhy vyrobené z oceli bez vytvrzujících prvků se zpevňují deformací za studena nebo kruhy vyrobené z oceli obsahující vytvrzující prvky typu vanadu se zpevňují vytvrzováním za tepla.

Metoda, při níž se zpevnění oceli dosáhne postupným nakováním na trnu kovacím lisem za studena, je běžně zavedena. Jsou známy i další metody zpevňování zastudena, a to buď přímým protlačováním kuželového trnu předkovaným kruhem, roztahováním soustavy složených segmentů, roztahováním kruhu speciálním vysokotlakovým hydraulickým zařízením, tvářením výbuchem nebo roztavováním odstředivou silou rotací kruhu. Vytvrzování za tepla se provádí běžným způsobem žháním při teplotě, při níž se vylučují intermetalické fáze.

Nevýhody dosavadních způsobů výroby stahovacích kruhů vinutí rotorů elektrických generátorů spočívají v tom, že při postupném nakováním na trnu kovacím lisem za studena nelze dosáhnout hodnoty vlastností předepsané pro stahovací kruhy turbosoustrojí 500 MW a větší.

Docilované hodnoty meze pevnosti a průtažnosti jsou značně nerovnoměrné a nižší, než požadují technické podmínky, rovněž zbytkové vnitřní pnutí dosahuje vysokých a nerovnoměrných hodnot, čímž je zhoršena i odolnost proti korozi pod napětím a také plastické vlastnosti jsou pod úrovní běžně požadovaných hodnot, a hodnoty magnetické permeability jsou značně vyšší než 1 v důsledku náchylnosti oceli k vylučování feritické fáze po vysokých deformacích za studena.

Stávající technologie vytvrzování oceli za tepla neumožňuje dosáhnout potřebných hodnot meze pevnosti a průtažnosti nad 900 MPa při současně vysoké tažnosti a houževnatosti. Dosevadní příznivé výsledky experimentálních prací prováděné v laboratořích zatím také nebyly v odpovídajícím rozsahu a jakosti potvrzeny provozními výsledky.

Technologie výroby stahovacích kruhů, při níž se zpevňování oceli provádí roztahováním segmentů, vyžaduje náročnou technologii výroby oceli s použitím speciálních rafinačních procesů. Použitelnost dalších technologií je značně omezena náročností a složitostí technologických zařízení a navíc nejsou tyto metody natolik propracovány, aby mohly být běžně zavedeny do výroby bez předchozího vývoje a osvojení.

Uvedené nevýhody odstraňuje způsob zpevňování austenitické vytvrditelné oceli podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se ocel zpevňuje deformací při teplotě ležící pod teplotou rekrystalizace s redukcí v rozmezí 1,5 až 45 % v kombinaci s následujícím žháním při teplotě v rozmezí 450 až 780 °C a dále v tom, že žhání oceli se provádí buď při jediné teplotě v rozmezí 450 až 780 °C po dobu od 0,5 hodiny do 65 hodin nebo dvoustupňově nejdříve při teplotě v rozmezí 590 až 780 °C po dobu od 0,5 hodiny do 20 hodin s následujícím ochlazením na nižší teplotu v rozmezí 450 až 675 °C s výdrží na této teplotě po dobu od 1 hodiny do 25 hodin, přičemž první žhání je vždy při vyšší teplotě, než druhé.

Výhody způsobu zpevňování austenitické vytvrditelné oceli podle vynálezu spočívají především v tom, že deformace oceli pod její rekrystalizační teplotou vytváří uvnitř zrn mřížkové poruchy, které tvoří zárodky krystalizačních center pro následující precipitaci intermetalických fází vylučujících se při teplotě žhání. Takto zpracovaná ocel má intermetalické fáze vyloučené převážně uvnitř zrn v jemné disperzi a nikoliv na hranicích zrn a tím dosahuje značně vysokých pevnostních hodnot při současně vysokých hodnotách plastických vlastností a dále je žháním do značné míry odstraněno vnitřní pnutí, zhomogenizovány vlastnosti struktury, a potlačena náchylnost ke koroznímu praskání pod napětím i k vylučování feritické fáze, čímž je příznivě ovlivněna magnetická permeabilita.

Příkladem využití způsobu zpevňování austenitické vytvrditelné oceli podle vynálezu je výroba stahovacích kruhů vinutí rotorů elektrických generátorů podle níž se výkovek až do stadia mechanického opracování vyrábí běžným způsobem jako dosud. V dalším postupu se provede opracování výkovku s materiálovými přísadkami propočtenými na potřebnou deformaci materiálu a tepelné zpracování žháním. Poté se provede deformace materiálu zastudena s redukcí 8 % protlačením kuželového trnu kovacím lisem, po provedené deformaci se kruh uloží na rovnou plochu do pece, ohřeje na teplotu  $660 \pm 10$  °C po dobu 1 hodiny, ochladí na teplotu  $585 \pm 10$  °C po dobu 12 hodin a nechá vychladnout v peci do teploty cca 200 °C s následujícím dochlazením na volném vzduchu. Po vyžhání následuje provádění zkoušek a opracování na konečné rozměry výrobku opět běžným způsobem jako dosud.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob zpevňování austenitické vytvrditelné oceli, vyznačující se tím, že ocel se zpevňuje deformací při teplotě ležící pod teplotou rekrytalizace s redukcí v rozmezí 1,5 až 45 % v kombinaci s následujícím žiháním při teplotě v rozmezí 450 až 780 °C.
2. Způsob zpevňování oceli podle bodu 1, vyznačující se tím, že žihání oceli se provádí při jediné teplotě v rozmezí 450 až 780 °C po dobu od 0,5 hodiny do 65 hodin.
3. Způsob zpevňování oceli podle bodu 1, vyznačující se tím, že žihání oceli se provádí dvoustupňově, nejdříve při teplotě v rozmezí 590 až 780 °C po dobu od 0,5 hodiny do 20 hodin s následujícím ochlazením na nižší teplotu v rozmezí 450 až 675 °C s výdrží na této teplotě po dobu od 1 hodiny do 25 hodin, přičemž první žihání je vždy při vyšší teplotě než druhé.