



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

208 345
(B1)
(11)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 19 03 80
(21) PV 1883-80

(51) Int. Cl.³ C 21 D 1/26

(40) Zveřejněno 31 12 80
(45) Vydáno 31 06 82

(75)

Autor vynálezu PECH RADOVAN ing. CSc, HAKL JAN ing. CSc, PRAHA
HORÁK JIŘÍ, HRABÁČEK KAREL ing., BRNO
KUDRMAN JIŘÍ ing. CSc a ŽIŽKA JIŘÍ dipl.tech., PRAHA

(54) Způsob obnovy mechanických vlastností provozovaných součástí vyrobených z niklových žárupevných slitin

Způsob obnovy mechanických vlastností součástí vyrobených z niklových žárupevných slitin. Vynález se týká postupu, kterým lze obnovit provozem degradované vlastnosti materiálu součástí, vyrobených z niklových žárupevných slitin vytvrzených fází $Ni_3(Al,Ti)$ a to na úroveň vlastností blízkou materiálu součástí nových. Součásti vyrobené z niklových žárupevných slitin podle vynálezu se žíhají při teplotách 900 až 1060°C a po ochlazení na pokojovou teplotu se znovu žíhají při teplotách v rozmezí 800 až 900°C.

Vynález se týká způsobu, kterým lze obnovit provozem degradované vlastnosti materiálu součástí, vyrobených z niklových žárupevných slitin vytvrzených fází $\text{Ni}_3(\text{Al,Ti})$ a to na úroveň vlastností blízkou materiálu součástí nových.

V procesu exploatace součástí, vyrobených z niklových žárupevných slitin vytvrzených fází $\text{Ni}_3(\text{Al,Ti})$, dochází při dlouhodobém provozu za zvýšených teplot k postupné degradaci užitečných vlastností. Tento stav souvisí se změnami struktury, způsobených dlouhodobou teplotní a napěťovou expozicí. Degradace materiálových vlastností je nejprve spojena s vylučováním, koagulací a změnou disperze vytvrzujících fází (zejména typu $\text{Ni}_3(\text{Al,Ti})$) a později i tvorbou diskontinuit v součásti (vytváření nových povrchů). Tyto jevy mají za následek postupné snižování provozní spolehlivosti součástí a součásti musí být po určité době vyřazeny z provozu. Zpravidla se jedná o součásti s nejkratší pracovní dobou z celého stroje a k obnovení provozu-schopnosti stroje nutno vyřazené součásti nahradit novými, což je spojeno se značnými náklady.

Z uvedeného důvodu byly navrženy způsoby tepelného přepracování provozovaných součástí vyrobených z niklových žárupevných slitin, jejichž cílem je úplná nebo částečná obnova mechanických vlastností dané součásti. Způsoby obnovy mechanických vlastností niklových slitin byly navrženy v zásadě dva. Jednak je to úplné tepelné přepracování přibližně odpovídající prvotnímu tepelnému zpracování materiálu součástí a dále pak jednoduché žíhání při teplotách mírně zvýšených nad původní pracovní teplotu součástí.

Úplné tepelné přepracování je používáno např. firmou Westinghouse (viz časopis Combustion April 1971, str. 27) a firmou Brown-Boveri (NSR patent č. 1,259 366). V průběhu úplného tepelného zpracování dochází v prvním stupni tepelného zpracování k úplnému rozpuštění částic fáze $\text{Ni}_3(\text{Al,Ti})$ a částečnému nebo úplnému rozpuštění karbidů typu M_{23}C_6 . Tyto fáze jsou opět vyloučeny jednak během následného ochlazování a dále v průběhu dalších stupňů tepelného zpracování. Nevýhodou uvedeného způsobu je nutnost chránit povrch zpracovávaných součástí proti působení zejména kyslíku a tedy nutnost používat poměrně nákladných zařízení. Další nevýhodou je možnost změn tvaru součástí v důsledku plastické deformace, které může při velmi vysokých teplotách prvního stupně tepelného zpracování vyvolat i namáhání od vlastní váhy součástí. Žíhání při teplotách mírně zvýšených nad pracovní teplotu tj. 850°C (podle SSSR AO 2,055 004) dochází u niklové slitiny typu Cr 15 W 10 Mo 5 AlTi, ještě k vylučování a koagulaci fáze $\text{Ni}_3(\text{Al,Ti})$. Nemohou tedy být při tomto způsobu zlepšeny a tím obnoveny žárupevné vlastnosti slitiny. Může však být, jak autoři zdůrazňují, zvýšena plasticita v provozu vytvrzené slitiny, a tím tedy snížena její vrubová citlivost v důsledku koagulace a růstu částic fáze $\text{Ni}_3(\text{Al,Ti})$.

Nevýhody obou dosud známých způsobů tepelného zpracování provozovaných částí z niklových slitin, jejichž cílem je obnovit mechanické vlastnosti těchto částí, odstraňuje způsob podle vynálezu, umožňující částečně nebo úplně obnovit všechny původní mechanické vlastnosti materiálu provozovaných částí v případě, že vlivem provozních podmínek součástí ještě nedošlo v materiálu, z něhož jsou vyrobeny, k vytvoření vnitřních diskontinuit

tj. vnitřních povrchů typu kavit, trhlin a podobně.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že provozovaná součást se žihá při teplotách 900 až 1060°C a po ochlazení na pokojovou teplotu se znovu žihá při teplotách v rozmezí 800 až 900°C.

Způsobem podle vynálezu dojde k částečnému nebo úplnému rozpuštění objemového podílu fáze $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$ a jejímu novému vyloučení v distribuci blízké výchozímu stavu struktury materiálu součásti před počátkem provozu. Přitom mohou, ale také nemusí být rozpuštěny a znovu vyloučeny jiné fáze (ku příkladu karbidické) v základní hmotě slitiny. Aplikací vynálezu možno prodloužit pracovní dobu součásti zpravidla dvakrát, ale i vícekrát oproti původně předpokládané. Při teplotách, při kterých dochází k částečnému rozpuštění fáze $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$ jsou niklové slitiny ještě dostatečně odolné jak proti oxidaci tak proti deformování, při čemž je ovlivněna disperze částic fáze $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$ natolik, že lze získat i mechanické vlastnosti slitiny rovnocenné vlastnostem nové součásti.

Pro obnovu práce stroje tedy při aplikaci vynálezu není nutno součásti s prošlou životností zaměňovat novými, ale pouze zpracovat postupem podle vynálezu, čímž se jejich užité vlastnosti přiblíží vlastnostem součástí nových a takto zpracované součásti mohou být ve stroji dále provozovány.

Příklad 1

Lopatky plynové turbíny z niklové slitiny typu Cr15W10Mo5AlTi odpracovaly 30 000 h, čímž se jejich vlastnosti změnily, jak bylo možno prokázat příslušnými mechanickými zkouškami. Po částečném rozpuštění objemového podílu fáze $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$ při teplotě 950°C aplikované po dobu 2 hod. a jejím následném opětovném vyloučení při teplotě 840°C aplikované po dobu 4 hod. nabývá materiál lopatek opět výchozí vlastnosti slitiny.

Příklad 2

Lopatky plynové turbíny z niklové slitiny typu Cr15W10Mo5AlTi odpracovaly 30 000 h, čímž se jejich vlastnosti změnily, jak bylo možno prokázat příslušnými mechanickými zkouškami. Po úplném rozpuštění objemového podílu fáze $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$ při teplotě 1050°C, aplikované po dobu 2 h a jejím následném opětovném vyloučení při teplotě 870°C, aplikované po dobu 3 h, nabyl materiál lopatek opět výchozích vlastností slitiny.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob obnovy mechanických vlastností provozovaných součástí vyrobených z niklových žárupevných slitin s hmotnostním obsahem nejvýše 20 % chromu, nejvýše 10 % wolframu, nejvýše 10 % molybdenu, nejvýše 0,25 % uhlíku, nejvýše 1 % křemíku, nejvýše 1,5 % manganu, nejvýše 7 % železa, bor, popřípadě zirkón a cér společně nebo jednotlivě nejvýše 0,5 %, vytvrzených fází $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$, vyznačený tím, že součást se žihá při teplotách 900 až 1060 °C a po ochlazení na pokojovou teplotu se znovu žihá při teplotách v rozmezí 800 až 900 °C.

O P R A V A

popisu vynálezu k autorskému osvědčení č. 208 345
(51) Int.Cl.⁷ C 21 D 1/26

V popisu vynálezu k autorskému osvědčení č. 208 345 je chybné jméno
u čtvrtého autora:

Správně má být: HRBÁČEK KAREL ing.,

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY