



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

214 088

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 18 07 80
(21) PV 5112-80

(51) Int. Cl.³ C 22 C 38/04

(40) Zveřejněno 15 09 81
(45) Vydáno 01 07 84

(75)

Autor vynálezu BEMBENEK ZDENĚK ing., OSTRAVA, BRÁZDIL VLASTIMIL ing., HAVÉŘOV,
FOLDYNA VÁCLAV ing.CSc., OSTRAVA, KAPPELOVÁ DANUŠE, FRÝDEK-MÍSTEK,
POPELÁŘ VLADISLAV ing., PURMENSÝ JAROSLAV ing.Csc., OSTRAVA,
STÁREK JIŘÍ ing., VRATIMOV

(54) Uhlíková ocel zejména pro energetická zařízení

Vynález se týká problému kotlové a konstrukční ocele pro prostředí teplot do 400 až 450 °C v energetickém průmyslu.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že uhlíková ocel zejména pro energetická zařízení obsahuje podle hmotnosti 0,13 až 0,21 % uhlíku, 0,5 až 1,0 % manganu, 0,17 až 0,37 % křemíku, nežádoucí prvky jako fosfor a síru do 0,04 % jednotlivě a jako chrom, nikl a měď do 0,25 % jednotlivě, dále prvky páté periodické soustavy prvků a to 0,02 až 0,09 % vanadu nebo 0,02 až 0,07 % niobu.

Vedle oblasti energetiky pro předehříváky, varné systémy, ekonomizéry, lze oceli podle vynálezu využít pro svařované i bezešvé trubky, tak i pro plechy a pásy, profily, dráty apod.

Vynález se týká kotlové a konstrukční oceli, pro prostředí teplot do 400 až 450 °C, v energetickém průmyslu.

Uhlíkové kotlové oceli pro práci za teplot do 400 až 450 °C jsou pro energetiku a další průmyslová odvětví vyráběny hromadným způsobem v sortimentu trubek, plechů, profilů, tyčí, výkovků, drátů, příp. dalších výrobků. Konstrukční a provozní únosnost je u těchto ocelí určována především hodnotami meze kluzu za normálních i zvýšených teplot, v některých případech hodnotami dlouhodobé pevnosti při tečení, plastickými vlastnostmi, odolností proti vlivu spalin a vnějšího pracovního prostředí a dalšími faktory. Všeobecně jsou tyto oceli dosud vyráběny o hmotnostním složení 0,15 až 0,22 % uhlíku, 0,17 až 0,37 % křemíku, 0,50 až 0,80 % manganu, max. 0,04 % fosforu, max. 0,04 % síry, max. 0,25 % Cr, max. 0,25 % niklu a max. 0,25 % mědi. V rozmezí poměrně nízkých hodnot meze pevnosti $R_m = 353$ až 549 MPa; odpovídající hodnoty meze kluzu jsou zaručovány v rozmezí $R_e = 177$ až 284 MPa. Při teplotě 400 °C je $R_{e\min} = 78$ až 147 MPa, hodnoty meze pevnosti při tečení $\sigma_{Tpt}/10^4$ např. 450 °C jsou uváděny 90 MPa.

S přihlédnutím k ekonomickým a cenovým dostupnostem kotlových uhlíkových ocelí jeví se až donedávna všechny snahy o zvýšení jejich užitných vlastností, např. klasickou úpravou jejich chemického složení, příp. tepelného zpracování, jako neefektivní a nereálné. Složitá světová surovinová a energetická situace nutí však i v této oblasti k vývoji nových progresivních a ekonomických ocelí umožňujících snížení tloušťek a hmotnosti konstrukčních a energetických zařízení, zvýšení jejich životnosti, použití jednoduchých uhlíkových ocelí při vyšších provozních teplotách, např. jako náhradu nízkolegovaných kotlových ocelí. Všechny tyto aspekty jsou při praktické aplikaci doprovázeny úsporami kovu u výrobce i uživatele, v posledním případě pak i úsporou legujících prvků, zejména chromu, molybenu, příp. dalších. Vedle technických a technologických parametrů je podmínkou uplatnění nových progresivních jakostí uhlíkových kotlových ocelí jejich jednoduchá a snadno reprodukovatelná výroba, technologická zpracovatelnost, zaručená svařitelnost, rovnoměrnost vlastností za tepla i za studena a další požadavky.

Uvedený problém řeší uhlíková ocel zejména pro energetická zařízení, obsahující podle hmotnosti 0,13 až 0,21 % uhlíku, 0,5 až 1,0 % manganu, 0,17 až 0,37 % křemíku, nežádoucí prvky jako fosfor a síru jednotlivě do 0,04 % a chrom, nikl a měď jednotlivě do 0,25 %, podle vynálezu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že ocel obsahuje prvky páté skupiny periodické soustavy prvků a to 0,02 až 0,09 % vanadu nebo 0,02 až 0,07 % niobu.

Uhlíková kotlová ocel podle vynálezu byla provozně ověřena výrobou na běžných hutnických ocelářenských i válcovanských agregátech. Je charakteristická tím, že ke zvýšení jejich užitných i komerčních vlastností bylo použito principu mikrolegování a upravené technologie válcování, zejména finálního hutního výrobku. Nová kombinace chemického složení, včetně přísady malých obsahů niobu nebo vanadu a technologie válcování, s přesnými podmínkami rozdělání deformací a teplot ohřevu i válcování na jednotlivých výrobních agregátech, umožňuje dosažení vyšších hodnot meze kluzu, pevnosti, tažnosti, příznivější mikrostruktury a stability těchto vlastností do zvýšených pracovních teplot. U ocelí s alternativní mikrolegující přísadou vanadu lze vysokých vlastností dosáhnout ve stavu po válcování i po tepelném zpra-

cování, u ocelí s niobem lze podle tloušťky vývalků od tepelného zpracování upustit. Technologické vlastnosti, jako např. je tvařitelnost za studena, svařitelnost apod., rovněž převyšují u oceli podle vynálezu dosavadní úroveň kotlových i odpovídajících konstrukčních uhlíkových ocelí. Při běžných způsobech, např. tažení trubek za studena, lze využít plošných deformací u této oceli až 40 %, při válcování za studena až 80 % i vyšších. Ocel vzhledem ke svému příznivému chemickému složení vykazuje zaručenou svařitelnost při ručním i automatickém obloukovém svařování pod tavidlem indukčním, odporovým i kyslíkoacetylenovým svařování.

Jako příklad lze uvést některé výsledky získané při výrobě pásů, svařovaných i bezesvých trubek v hladkém i přesném provedení. Na provozních 5 a 50 t elektrických a Siemens Martinských ocelářských pecích byly vyrobeny ingoty, které byly po ošetření vyválcovány na bramy, kruhové sochory, případně byly přímo válcovány na trubky. S využitím řízených podmínek válcování a ochlazování byly bramy vyválcovány na pás 430 x 2,8 mm, ve válcovnách bezesvých trubek velký Mannesman, malý Mannesman a Stiefel byla pak vsázka za tepla vyválcována na trubky $\varnothing$ 320 x 20 a $\varnothing$ 108 x 12 mm. Tažením za studena byly vyrobeny trubky $\varnothing$ 38 x 2,0 mm.

Příklady hmotnostního složení oceli podle vynálezu

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	V	Nb
Ocel 1	0,15	0,35	0,90	0,018	0,012	0,06	0,02	0,03	0,08	-
Ocel 2	0,14	0,35	0,94	0,011	0,014	0,14	0,12	0,07	0,08	-
Ocel 3	0,15	0,29	0,91	0,012	0,007	0,09	0,03	0,03	-	0,04

Podmínky válcování za tepla je vhodné stanovit s přihlédnutím k chemickému složení oceli, charakteru válcovacích tratí, charakteru vývalků i cílovým mechanickým vlastnostem. Rozhodujícími veličinami jsou v daném případě teploty ohřevu vsádky 1220 až 1250 °C, rozdělení celkové deformace do vysokoteplotní oblasti v rozmezí teplot 1220 až 1130 °C a nízkoteplotní oblasti v rozmezí 1100 až $A_{r3} = 835$ °C, doby prodlevy mezi oběma deformačními oblastmi 20 až 70 sec, doválcovací podmínky nad A_{r3} , včetně rychlosti přechodu teplot v oblasti bodu A_{r3} 2 až 5 °C.s⁻¹ v závislosti na tloušťce stěny válcované trubky. Výsledné mechanické vlastnosti vybraného sortimentu hutních výrobků z oceli podle vynálezu jsou uvedeny v následující tabulce I.

Tab. I. Mechanické vlastnosti vybraného sortimentu hutních výrobků z oceli
podle vynálezu za normální teploty

Výrobek	Rozměr /mm/	Min. mechanické vlastnosti									
		po řízeném válcování					po normalizačním žití				
		Re	Rm	A5	KCV	KCU	Re	Rm	A5	KCV	KCU
		MPa		%	J/cm ²		MPa		%	J/cm ²	
pásky	430 x 2,8	442,5	550,3	29,6	-	-					
svař. trubky	Ø 32 x 2,8	564,0	592,0	25,5	-	-	399,0	509,5	33,4	-	-
bezešvé trubky hladké	Ø 324 x 20	368,8	505,4	29,2	130,0	158,0	373,0	508,0	35,7	204,8	204,9
	Ø 108 x 12	382,6	531,6	29,8	179,5	198,6	398,0	589,0	35,4	215,8	199,3
bezešvé trubky přesné	Ø 38,5 x 2,0						357,0	501,0	35,3		
ocel 12025		320,0	440- 600	23,0	60,0	80,0	320,0	440- 600	23,0	60,0	80,0

Stanovené hodnoty meze kluzu za tepla a meze pevnosti při tečení za 10^4 hod. jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. II.

°C / MPa	200	300	350	400	450	500	525
tloušťka 12 mm	357	304	271	246	224		
tloušťka 20 mm	335	282	244	232	216		
$\sigma_{Tpt} \cdot 10^4$				226	155	90	65

Mechanické, plastické, technologické a komplex dalších vlastností oceli podle vynálezu naznačují hospodárnost a technický přínos jejího využití. Přitom vedle oblasti energetiky, tj. ekonomiséry, předehříváky, varné systémy apod. se ocel uplatní i u výrobků a konstrukcí, kde při zachování úrovně výrobních a pořizovacích nákladů je vyžadováno zvýšení hodnot meze kluzu, resp. pevnosti, při zvýšených hodnotách plasticity, resp. vrubové houževnatosti, odolnosti proti křehkému porušení, dynamickému namáhání a další. Lze ji úspěšně využít při racionální výrobě bezešvých i svařovaných trubek v přesném provedení i ve stavu po řízeném válcování za tepla nebo tepelném zpracování, stejně tak i pro plechy a pásy, profily, drát, příp. i další hutní sortiment kotlových a konstrukčních ocelí. Sortiment hutních výrobků z ní vyrobený může být použit přímo ve stavu po řízeném válcování a ochlazování nebo ve stavu po tepelném zpracování. Ocel lze využít k výrobě hutního sortimentu, zejména hladkých i přesných bezešvých trubek o průměrech 4 až 400 mm a svařovaných trubek v celém běžném rozsahu průměrů dle technologických možností výrobních agregátů. Tloušťka stěn trubek, pásů, plechů, drátů a profilů je využitelná v rozmezí do 50 mm.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Uhlíková ocel zejména pro energetická zařízení, obsahující podle hmotnosti 0,13 až 0,21 % uhlíku, 0,5 až 1,0 % manganu, 0,17 až 0,37 % křemíku, nežádoucí prvky jako fosfor, síru do 0,04 % jednotlivě a jako chrom, nikl a měď do 0,25 % jednotlivě, vyznačená tím, že dále obsahuje prvky páté skupiny periodické soustavy prvků a to 0,02 až 0,09 % vanadu nebo 0,02 až 0,07 % niobu.