



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

256 257

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 25 11 85
(21) PV 8499-85

(51) Int. Cl.⁴

C 22 C 38/04

(40) Zveřejněno 13 08 87
(45) Vydáno 01 03 89

(75)
Autor vynálezu

MÍČEK PETR ing.,
KALIVODA ALEŠ ing. CSc.,
MOJŽÍŠEK RADIM ing., OSTRAVA,
SLANÝ STANISLAV, PASKOV

(54)

Ocel se zvýšenou prokalitelností a odolností proti křehkému lomu v kyselém prostředí.

Ocel se zvýšenou prokalitelností a odolností proti křehkému lomu v kyselém prostředí je určeno zejména pro výrobu ocelových bezešvých trub používaných do hlubokých plynových a naftových vrtů a trub používaných pro foukanou zakládku v těžebním průmyslu. Ocel se zvýšenou prokalitelností proti křehkému lomu v kyselém prostředí, pro výrobu ocelových bezešvých trub válcováním za tepla, mikrolegovaná vanadem a niobem a dolegovaná borem, křemíkem a titanem, se vyznačuje tím, že obsahuje v hmotnostním složení 0,30 až 0,45 % uhlíku; 0,90 až 1,60 % manganu; 0,30 až 0,70 % křemíku; 0,05 až 0,20 % vanadu; 0,005 až 0,10 % niobu; 0,02 až 0,06 % titanu; 0,0005 až 0,002 % boru; nejvýše 0,030 % fosforu a nejvýše 0,025 % síry, zbytek připadá na železo a obvyklé nečistoty.

Vynález se týká chemického složení oceli se zvýšenou prokalitelností proti křehkému lomu v kyselém prostředí, která je určena zejména pro výrobu ocelových bezešvých trub používaných do hlubokých plynových a naftových vrtů a trub používaných pro foukanou zakládku v těžebním průmyslu.

Rostoucí požadavky na kvalitativní vlastnosti olejářských trubek, podmíněné zvětšující se hloubkou vrtů a ztíženými geologickými podmínkami, jsou důvodem nejen k rostoucím požadavkům uživatelů trub na zvyšování základních mechanických vlastností zvyšováním jakostních stupňů materiálu trub, ale zejména v posledních letech k zájmu o zlepšení plastických vlastností materiálu trub pro užití ve vrtech, u nichž je nebezpečí výskytu vodíkové křehkosti zejména vlivem sirovodíku při kombinovaném namáhání materiálu tahem, tlakem a ohybem. K výskytu koroze pod napětím dochází zejména u hlubokých naftových a plynových vrtů, kdy se zpravidla vyskytuje ve výplachu volný vodík, resp. sirovodík, jehož množství kolísá od obsahu menšího než 1 ppm až do několika objemových procent plynů, které se ve vrtech nacházejí. Přítomnost sirovodíku je často příčinou předčasných lomů olejářských trub ve vrtech. Pomocí dodržení určitých vymezených technologických opatření při výrobě trub, zejména pak volbou chemického složení výchozí oceli a jejího tepelného zpracování a následných operací lze odolnost trub proti působení sirovodíkem podstatně zvýšit. Účinnost provedených opatření lze ověřit jednak provozně zabudováním trub do vrtu a jednak laboratorně provedením zkoušky na odolnost oceli proti působení sirovodíku.

Metodika zkoušení volená podle výsledků rozboru literárních údajů je obdobná jako při ověřování citlivosti oceli proti zkřehnutí vlivem sirovodíku a spočívá v ponoření zkoušek do

pětiprocentního roztoku kyseliny octové, nepřetržitě nasycované sirovodíkem. Kyselost tohoto roztoku se pohybuje kolem hodnoty 2,5 pH. Při zkoušení jsou vzorky zatěžovány jednoosým tahem na různých úrovních zatížení, přičemž je hledáno zatížení, při kterém vzorky vydrží namáhání po dobu minimálně 200 hodin a neprasknou v tomto korozním prostředí.

Zvolené korozní médium je vysoce agresivní, pokud se týká ověření vlivu působení sirovodíku, a umožňuje tak dobře rozlišit a kvantitativně určit citlivost oceli na praskání v sirovodíkovém prostředí. Dosud se pro výrobu olejářských trub pro těžbu nafty a plynu z větších hloubek používají oceli nízko a středně-legované chromem, molybdenem nebo mikrolegované vanadem, niobem a podobně. Tyto ocele jsou vyráběny v elektrických obloukových pecích a vykazují vcelku uspokojivé vlastnosti při namáhání v hlubokých vrtech se zvýšeným výskytem sirovodíku a také v podmínkách, kdy mezní hodnota pH výplachu spolu s teplotou vytvářejí podmínky pro urychlený průběh korozivních procesů.

Tyto ocele jsou používány ve stavu zušlechtěném a jejich užité vlastnosti jsou mimo jiné dány jejich schopností k prokalení. Zvyšování prokalitelnosti použitím niklu je zde nevhodné pro negativní vliv tohoto prvku na odolnost proti vzniku vodíkové křehkosti. Nízká prokalitelnost při výrobě trub z těchto ocelí může být výrobně řešena buď aplikací současného vnějšího i vnitřního kalení trub, nebo při jednostranném kalení zlepšeným efektem prokalitelnosti použité oceli.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje ocel mikrolegovaná vanadem a niobem a dolegovaná bórem, křemíkem a titanem, která obsahuje v hmotnostním složení 0,30 až 0,45 % uhlíku; 0,90 až 1,60 % manganu; 0,30 až 0,70 % křemíku; 0,05 až 0,20 % vanadu; 0,005 až 0,10 % niobu; 0,02 až 0,06 % titanu; 0,0005 až 0,002 % bóru; nejvýše 0,030 % fosforu; nejvýše 0,025 % síry; zbytek železo a obvyklé nečistoty.

Ocel podle vynálezu ve stavu zušlechtěném zajišťuje při vysoké úrovni meze kluzu maximální odolnost proti vzniku vodíkové křehkosti. Její praktické využití je významné zejména v naftovém a olejářském průmyslu při aplikaci trub s většími tloušťkami stěny. Ocel lze vyrobit běžnými ocelářskými pochody v siemens-martinských a tandemových nístějových

pecích a elektrických pecích a vykazuje pro svůj nízký obsah legujících prvků velmi dobrou tvařitelnost za tepla. Ocel se vyznačuje vysokou odolností proti působení vodíkové křehkosti s původní hodnotou meze kluzu až do 850 MPa a současně vysokým stupněm prokalitelnosti; odolnost proti vodíkové křehkosti je zajištěna navíc možností aplikovat minimální popouštěcí teplotu nad 620 °C pro hodnoty meze kluzu min. 720 MPa. Vysoká prokalitelnost předurčuje pak ocel pro použití k výrobě pro foukanou zakládku v hlubinných dolech. Do 20 mm hloubky prokalená stěna trubky poskytuje i při jednostranném vnějším kalení jejímu vnitřnímu povrchu značnou tvrdost a otěruvzdornost a touto vlastností plně nahrazuje výrobně nákladné a méně prokalitelné dvouvrstvé trubky.

Vlastnosti oceli lze dokumentovat na následujících praktických příkladech:

Příklad 1: z oceli s hmotnostním obsahem 0,41 % uhlíku; 1,44 % manganu; 0,47 % křemíku; 0,019 % fosforu; 0,015 % síry; 0,07 % vanadu; 0,03 % titanu; 0,003 % niobu a 0,0014 % bóru byly válcováním za tepla na Stiefflových tratích vyválcovány roury, tepelně zpracovány kalením a popouštěním na mechanické hodnoty: mez kluzu $R_e = 787$ MPa, pevnost $R_m = 866$ MPa; tažnost $A_5 = 19,9$ %; kontrakce $Z = 66,9$ % a z téže oceli roury tepelně zpracované na hodnoty: $R_e = 847$ MPa; $R_m = 918$ MPa; $A_5 = 19,8$ % a $Z = 64,5$ %. Oba typy trub vykazovaly prahové napětí podle výše zmíněné metodiky v hodnotách 650 resp. 600 MPa.

Příklad 2: ocel z tavby stejného chemického složení jako v prvním příkladu vykazala v normalizované zkoušce prokalitelnosti hloubku prokalení 18,5 mm a při praktické aplikaci bylo v rouře o vnějším průměru 194,5 mm a tloušťkou stěny 20 mm kalením z teploty 850 °C vnější sprchou dosaženo prokalením 100 % martenzitu v celé tloušťce stěny.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

256 257

Ocel se zvýšenou prokalitelností a odolností proti křehkému lomu v kyselém prostředí pro výrobu ocelových bezešvých trub válcováním za tepla, mikrolegovaná vanadem a niobem a dolegovaná bórem, křemíkem a titanem, vyznačená tím, že obsahuje v hmotnostním složení 0,30 až 0,45 % uhlíku; 0,90 až 1,60 % manganu; 0,30 až 0,70 % křemíku; 0,05 až 0,20 % vanadu; 0,005 až 0,10 % niobu; 0,02 až 0,06 % titanu; 0,0005 až 0,002 % bóru; nejvýše 0,030 % fosforu a nejvýše 0,025 % síry, zbytek připadá na železo a obvyklé nečistoty.