

Primerjava rezultatov cementacije zaščitnih verig v soli in plinu

Comparison of Protective Chains Case Hardened in Gas and Salt

F. Legat¹, Žirovnica

Prejem rokopisa - received: 1996-10-04; sprejem za objavo - accepted for publication: 1997-04-21

Opisane so oblikovne značilnosti členov zaščitnih verig za kolesa težkih strojev, trdota ob površini in na preseku po cementaciji v plinu in soli ter rezultati terenskega preizkušanja kakovosti verig iz dveh različnih jekel.

Ključne besede: zaščitne verige, cementacija, trdota po preseku, ravnanje pri uporabi

In the paper the shape of the links of protective chains for heavy machine wheels, hardness on surface and over the link section after case hardening in gas and salt as well as the results of field testing of chains are presented.

Key words: protective chains, case hardening, hardness, field testing

Pogoj za dobro opravljeno toplotno obdelavo je pravilna temperatura toplotne obdelave, normalizacija ali kaljenje. Zelo pomembna sta še čas in način segrevanja.

Pri segrevanju orodja v solnih kopelih je obvezno predgrevanje, ker se predmet v kopeli segreje na končno temperaturo kaljenja dosti hitreje kot pri ogrevanju na zraku. S predgrevanjem zagotovimo tudi, da so kaljenci suhi, s čimer preprečimo nevarno brizganje tekoče soli. Celoten čas segrevanja je odvisen od oblike in velikosti kaljenca, vrste jekla, vrste toplotne obdelave in vrste peči ter ogrevnega sredstva.

V proizvodnji določimo potrebni čas segrevanja empirično, in sicer velja za ogljikovo jeklo čas segrevanja 1 minuto za vsak mm premera.

Ogrevanje v plamenski peči je navadno hitrejše kakor v električni, najhitrejše pa je v solni kopeli. Čas ogrevanja v soli je le do 50 odstotkov tistega v električni peči.

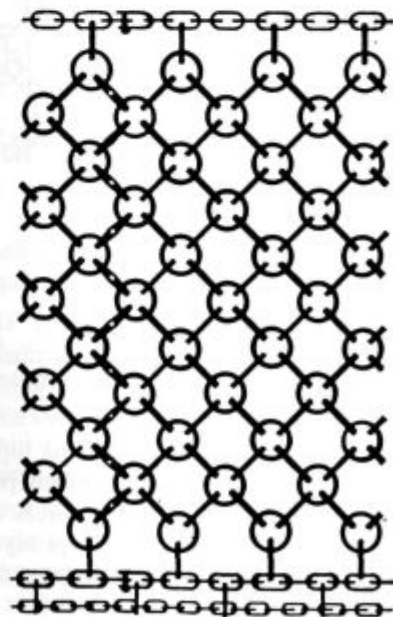
Plinske peči se več uporabljajo za difuzijske postopke površinskega utrjevanja (cementacija, karbonitriranje), vakuumske pa predvsem za avtomatsko kaljenje dragih visokolegiranih orodij, ker je vakuumska obdelava sorazmerno draga. Cena za obdelavo v novi, programirani vakuumski peči je okoli 20% vrednosti orodja in zato se še vedno uporabljajo solne kopeli, ki so za kalilnice, ki nimajo kontinuirnega kaljenja, bolj primerne in cenejše.

Problemi pri uporabi solnih kopeli:

Problematične so odpadne vode iz kalilnic, ki uporabljajo kalilne in cementacijske soli ali soli za izotermično kaljenje. Postopki čiščenja in razstrupljanja teh voda so znani. Vode je možno očistiti do predpisanih

mej na kemičen način ali pa na mehansko-termični način. Posebno drugi postopek je zelo aktualen, zagotavlja čisto okolje, sol iz vode pa se vrača v postopek.

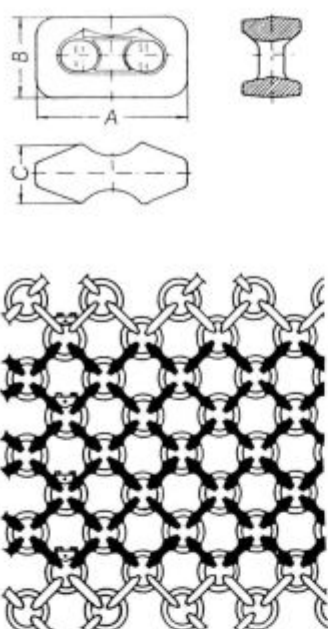
Pri toplotni obdelavi je potrebno doseči zahtevano kakovost izdelka po konkurenčni ceni. Proces je treba prilagoditi vrsti jekla, dimenziji izdelka in upoštevati še njegovo uporabnost v praksi. Glede na te zahteve izberemo optimalno vrsto peči. Pripravili smo primerjavo izdelkov iz dveh jekel, ki sta bili obdelani v obeh cementacijskih sredinah, v plinu in soli. Na slikah 2 in 3 so prikazani elementi, uporabljeni za primerjavo. Toplotna obdelava s cementacijo je v obeh primerih potrebna zato, ker zagotavlja veliko globino utrjene plasti z dokaj žilavim jedrom, kar znatno poveča trajnost zaščitne verige.



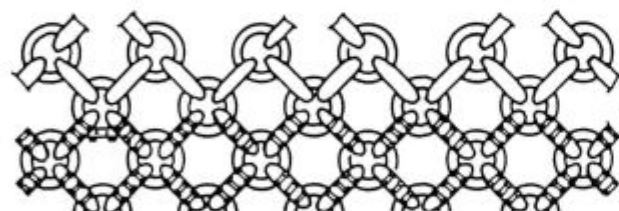
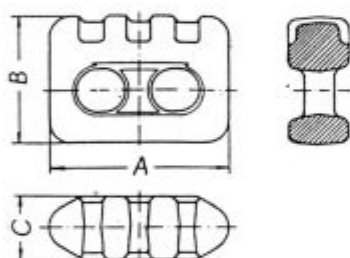
Slika 1: Shema mreže tipa Granit

Figure 1: Chain net with Granit connecting rings

¹ Franc LEGAT
Zabreznica 36
4274 Žirovnica



Slika 2: Mreža in členi verige GX
Figure 2: Chain net and connection links of GX type



Slika 3: Sestavni členi "GN"
Figure 3: "GN" connection links

Zaščitna veriga Granit je namenjena za zaščito pnevmatik na delovnih strojih, ki delajo v manj in srednje zahtevnih delovnih razmerah. Spada v skupino lahkih izvedb. Veriga je sestavljena iz elementov-členov, ki so izdelani iz mikrolegiranega jekla. Posebna toplotna obdelava - karbonitriranje zagotavlja visoko površinsko trdoto in žilavo jedro. Konstrukcija mreže omogoča poleg zaščite gume tudi zelo dobro prilagajanje na pnevmatiko, s tem pa mirno, varno in učinkovito vožnjo. Posebna prednost te izvedbe je, da lahko po cca 30-odstotni obrabi na tekalnem delu verige obrnemo. S tem v celoti izkoristimo obrabni volumen členov.

Oblika zaščitne verige GX je namenjena za zahtevne delovne razmere. Odlikuje jo velika obrabna površina, ima dobro oprijemljivost s podlago in gumo kolesa, mirno teče, se dobro čisti v blatnem terenu in minimalno poškoduje vozne poti.

Zaščitni členi GX so iz dveh vrst jekel:

- ena varianta je iz jekla za cementacijo Č 5420 (DIN 15 CrNi 6), ki se precej globoko cementira in nato poboljša
- druga varianta, novejša, pa je jeklo Č 4830 (DIN 50 CrV 4), cementirano nekoliko manj globoko ali pa karbonitrirano

Na isti način in v dveh variantah izdelujemo tudi mreže zaščitne verige tipa GN. Veriga je namenjena najtežjim delovnim razmeram, zadržala pa je tudi vse pozitivne lastnosti prejšnje verige.

Odlikuje jo posebno močno povečan obrabni volumen, ki nastane s čelnim in z bočnim narebričenjem.

Izbor jekel, globine utrjevanja in trdoto določajo delovne razmere in sestava tal, kjer stroj z montirano verigo dela.

Uporabnost verige je odvisna od stopnje vlažnosti, dolžine voženj, moči stroja (motorja), delovne temperature, hitrosti in načina vožnje, topografskih razmer, zračnosti med verigo in pnevmatiko in vzdrževanja verig.

Ne smemo pozabiti na teren, ki tudi pogojuje trajnost verig, kot prikazuje tabela:

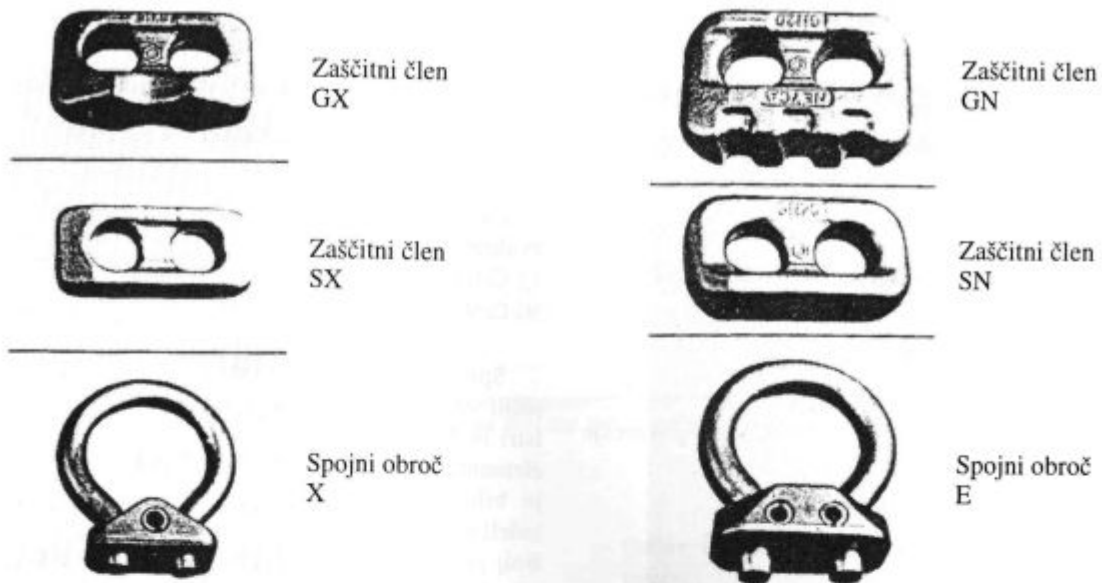
Sestava terena	Trdota (Mohs)	Obratovalne ure
1. magmatske kamenine granit, kremen, porfir	6 - 7	2000 - 3000
2. metamorfne kamenine marmor	4 - 5	4000 - 6000
3. usedline vulkanski prah premog apnenec	2 - 4 3 - 4 1 - 4	3000 - 9000 5000 - 7000 5000 - 15000
4. drugi tereni železova ruda manganova ruda žlindra bakrena ruda	5 - 6 7 4 - 6 5 - 6	2500 - 4000 1500 - 2500 3000 - 4500 2500 - 4000

Elemente, ki jih cementirajo, prikazuje **slika 4**. Posamezni kosi tehtajo od 0,45 do 1 kg.

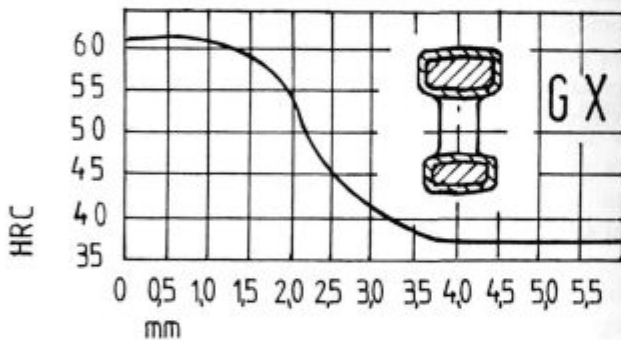
Zahteve trga in konkurenca so botrovale razvoju novih tehnologij. Toplotna obdelava in cementacija jekel je bila prva in dosti logična pot; nova pa je bila zahteva po površinski obdelavi oziroma naogljichenju jekel za poboljšanje, kar je v našem primeru jeklo Č 4830 (DIN 50 CrV 4).

Če pa pogledamo priložene diagrame trdot, pa je zahteva že bolj razumljiva.

Seveda pa se pojavlja s spremembo še nov problem. Za uporabo elementov sta važni tudi upogibna trdnost in žilavost jedra. Obe ti dve lastnosti pa sta močno odvisni od zrnatosti v sredini izdelka. Na to pa močno vpliva prav temperatura in čas cementacije. Ker so pri zahtevah

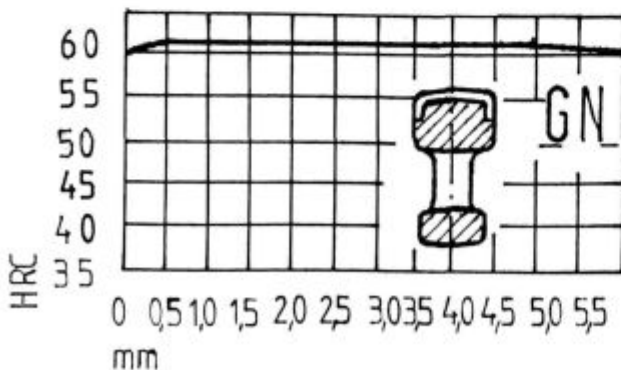


Slika 4: Elementi za cementiranje
Figure 4: Links, intended Sn case hardening



Slika 5: Trdotni diagram elementa iz jekla Č 5420 (DIN 15 CrNi 6) po toplotni obdelavi

Figure 5: In depth hardness after heat treatment of a link of steel 15CrNi 6



Slika 6: Trdotni diagram istega elementa kot na sliki 5 iz jekla Č 4830 (DIN 50 CrV 4) za zaščitno verigo po končani toplotni obdelavi

Figure 6: The same link as in figure 5 from steel 50CrV 4. In depth hardness after heat treatment

po globini preko 1,5 mm časi v plinih dolgi, smo preizkusili solne kopeli in dobili boljše rezultate.

Celotno toplotno obdelavo v plinih smo izvršili doma na plinskem avtomatu IPSEN, velikosti 11. Solni preizkus pa je bil izdelan v klasični solni peči v Kettenwerk BRÜCKL (A), in sicer v soli CEKONSTANT 80.

Za primerjavo smo uporabili material z naslednjimi lastnostmi:

Dimenzija jekla za odkovke ϕ 36 mm; kemična sestava:

	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Al
15CrNi6	0,15	0,22	0,56	0,012	0,014	1,55	1,60	0,026
50CrV4	0,55	0,33	1,04	0,012	0,012	1,10	-	-

Surovci so bili v obeh primerih segreti v plinski peči na temperaturo 880 - 930°C in utopno kovani. Po kovanju so bili sortirani in opeskani. Pred cementacijo je bil celotni vložek peskan, zato ima kovinsko čisto površino.

Globina cementacije je odvisna od dimenzije izdelka. V podjetju Veriga, Lesce je najbolj pogosta globina 1,6 mm, čeprav dostikrat srečamo tudi zahtevo po plasti do 0,1 d (d = premer izdelka). Za naše sestavne dele zaščitne verige smo uporabili dve toplotni obdelavi:

1. Cementacija in kaljenje v avtomatski plinski peči IPSEN velikosti 11. Ta peč ima dve komori in tretjo, ki je namenjena ohlajanju v zaščitni atmosferi.

Postopek je glede na stroške in rezultate na terenu najenostavnejši, kar pomeni: naogljčenje pri 920°C v prvi in drugi komori in nato kaljenje v olju v tretji komori. Peč ima zaščitno atmosfero iz propana, ki teče preko generatorja in je kontrolirana z infratronikom. Druga, enaka peč pa ima novo regulacijo z karbotronikom in

kisikovo sondo. Za naše globine je potreben čas cementacije skupaj 420 minut, kar se ujema tudi s podatki, ki jih navaja proizvajalec peči.

Trdote, dosežene s tem postopkom, so dobre, vendar so avstenitna zrna, posebno v jedru, precej velika, kar vpliva na žilavost in upogibno trdnost izdelka.

Tabela: Lastnosti po obdelavi v plinu; povprečje 20 vzorcev po cementaciji in poboljšanju

Jeklo HRc - trdote							
	površina	2 mm	3 mm	sredina	7 mm	8 mm	površina
15CrNi6	62	32	26	22	25	31	61
50CrV4	61	58	56	56	58	60	61

Žilavost jedra po poboljšanju in cementaciji; povprečje 20 vzorcev za vsako kvaliteto

15 CrNi 6 18 - 27 J

50 CrV 4 10 - 14 J

2. Druga toplotna obdelava izdelkov enakih dimenzij in iz enakega jekla pa je bila izvedena v solni kopeli v Avstriji.

Uporabljena je bila sol CEKONSTANT 80 in dosežena potrebna globina cementacije po petih do šestih urah skupnega časa. Predgrevanje na 300°C - 400°C je potekalo v posebni električni peči klasične izvedbe, cementacija pa v elektrodni peči tipa EWO - DEGUSSA.

Trdote so dobre, žilavost in upogibna trdnost pa sta boljši kot pri plinski cementaciji.

Tabela: Lastnosti po obdelavi v solni kopeli CEKONSTANT 80; povprečje 20 vzorcev po poboljšanju

Jeklo HRc - trdote							
	površina	2 mm	3 mm	sredina	7 mm	8 mm	površina
15CrNi6	62	34	26	23	25	32	62
50CrV4	62	58	57	56	58	59	62

Žilavost jedra pri toplotni obdelavi; 20 vzorcev iz vsake kvalitete

15 CrNi 6 30 - 35 J

50 CrV 4 15 - 20 J

Spremljali smo tudi dogajanja na terenu, pri uporabi takih verig na španskih odprtih kopih in kamnolomih v Istri in Dalmaciji. Ugotovitve so bile zelo zanimive: na elementih in verigah, ki so bili toplotno obdelani v soli, je bila obraba na površini do 15% manjša kot na izdelkih, ki so šli skozi toplotno obdelavo v plinski peči. Bolj pomembno pa je dejstvo, da se obroči in elementi niso lomili, kar je bilo pri obdelavi v plinu kar pogost primer. Imeli smo sicer reklamacije, ne zaradi obrabe, pač pa zaradi lomov posebnih spojnih elementov.

Opisana primerjava ni v tehnologiji površinskega utrjevanja nič novega, vendar je pomembna prilagoditev zahtevam cementiranih verig iz podjetja Veriga, Lesce, ker omogoča lažje odločitve za proizvodnjo. Najboljši način za zbiranje izkušenj in znanja pa je sprotno evidentiranje podatkov cementiranja za vsako partijo in preiskavo vzorcev.