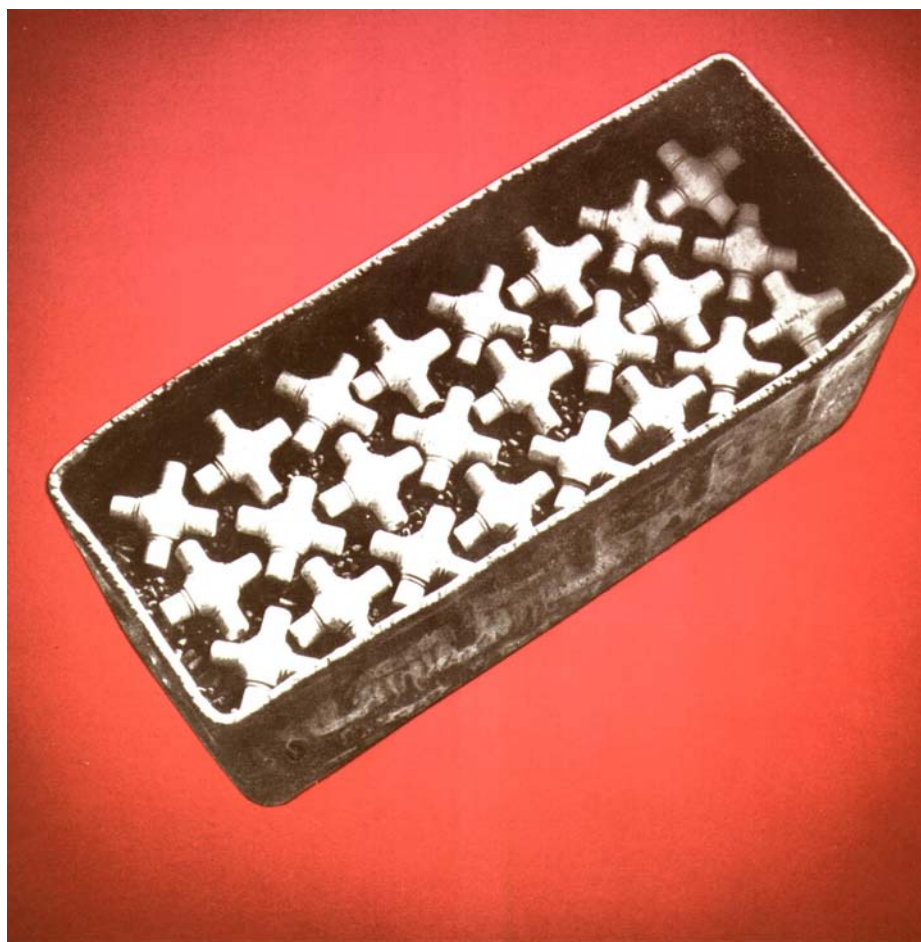


# GRANULATI

za cementaciju i žarenje  
u sanducima



## I DEO: GRANULATI ZA CEMENTACIJU

### UVOD

Uprkos progresu u tehnologiji termičke obrade, najstariji postupak cementacije, cementacija pomoću čumura u metalnim sanducima, je zadržao svoje mesto u mnogim slučajevima.

Iako je postupak veoma star, tehnološka poboljšanja

su još uvek moguća. Kao rezultat spoja istraživanja i širokog iskustva u primeni razvijeni su i usavršeni **DURFERRIT KG** granulati za cementaciju.



## SASTAV

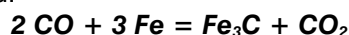
Uobičajeni granulati za cementaciju se po pravilu sastoje od:

- izvora ugljenika - najčešće ćumura,
- aktivatora - obično karbonati alkalnih ili zemnoalkalnih metala
- punioca - polukoksa, gasnog koksa i sl.
- vezivnog materijala.

## REAKCIJE PRILIKOM CEMENTACIJE

Na temperaturi iznad 800 °C stvara se ugljenmonoksid po formuli  $2C + O_2 = 2CO$ . To je reakcija koja se odvija između apsorbovanog atmosferskog kiseonika, ugljenika iz granulata i u izvesnoj meri aktivatora. Reakcija sa aktivatorom, koji pojačava dejstvo agensa za naugljeničenje, nije do kraja objašnjena. Prema istraživanjima u firmi DURFERRIT, ova uloga je zapravo odlučujuća.

Ugljenmonoksid nastao iz agensa za naugljeničenje uvodi ugljenik u čelik kroz reakciju:



CO<sub>2</sub> iz gornje reakcije se u reakciji sa agensom za naugljeničenje ponovo regeneriše u CO i ciklus se obnavlja. Naugljeničenje se, prema tome, odvija u reakciji sa gasnom fazom a ne u direktnom kontaktu sa agensom za naugljeničenje.

Važno je, takodje, znati i to da se na temperaturama ispod ca. 800 °C ne razvija dovoljna količina CO već se javlja suficit CO<sub>2</sub>, što dovodi do toga da u sanducima izloženim temperaturama ispod 700°C dolazi do razugljeničenja i stvaranje meke kore na radnim komadima ukoliko je hlađenje od 800 do 600 °C isuviše sporo (v. sl. 5.).

## SADRŽAJ UGLJENIKA NAKON CEMENTACIJE U SANDUCIMA

Postoje različita mišljenja o poželjnoj količini ugljenika u zoni naugljeničenja nakon cementacije u sanducima. Često se

zahtevaju i tolerancije koje praktično nije moguće održati.

Ponašanje čvrstih agensa za cementaciju u sanducima se u pogledu sadržaja ugljenika u cementiranom sloju razlikuje od ponašanja sonih kupatila za cementaciju. U sonom kupatilu ne dolazi do preteranog naugljeničenja ni na istaknutim mestima - zupcima, oštrim ivicama i rogljevima. Taj sadržaj ugljenika, koji označavamo kao ugljenični potencijal, se u sonim kupatilima za cementaciju može održavati u veoma uskim granicama. U slučaju čvrstih agensa za naugljeničenje, kada je ugljenmonoksid (CO) aktuelni nosilac ugljenika za cementaciju, ugljenični potencijal može da naraste i do 7 %. Razlog što se toliki potencijal ne realizuje u punoj meri kroz sadržaj ugljenika u radnom komadu jeste što je proces stvaranja CO iz sredstva za cementaciju mnogo sporiji od apsorpcije ugljenika u čeliku. Na taj način sadržaj ugljenika u zoni cementacije zavisi od raspoložive količine ugljenmonoksida i od toga koliko je ugljenik duboko difundovao u radni komad. Stoga je, kod upotrebe čvrstih sredstava za cementaciju u sanducima, neminovna pojava da su oštre ivice i rogljevi, ali i komadi malih poprečnih preseka automatski više naugljeničeni od ostalog.

Medjutim, iako je u principu sadržaj ugljenika od 0,5 % dovoljan da bi se na komadima od nelegiranog ili legiranog čelika postigla tvrdoća od najmanje 60 HRC, radni komadi čija je površina naugljeničena cementacijom u sanducima do tih 0,5 % C ipak ne podnose uvek dobro opterećenja, teško zadržavaju tvrdoću tokom žarenja a takodje se ni prilikom brušenja ne može izbeći smanjenje tvrdoće. Iz tog razloga trebalo bi i u površinskoj zoni težiti eutektoidnom sadržaju ugljenika, koji je isti kao i za čelik, tj. oko 0,9% u slučaju nelegiranih a nešto niže u slučaju legiranih čelika.

Ali, da bi se izbeglo neželjeno izlučivanje karbida, sadržaj ugljenika ne bi trebalo da bude ni značajno iznad tog nivoa. Pri tome nivo preko koga količina karbida postaje nepovoljna prvenstveno zavisi od njihovog oblika kao i od namene radnog komada. Tako se, na primer, ne može izbeći nešto veća količina karbida na rogljevima i ivicama zubaca ako se na zupčaniku u celini želi da postigne adekvatna



količina karbida. Ovakvo izlučivanje karbida nije opasno sve dok se oni ne pojave u velikim količinama ili ne formiraju povezanu mrežu, u kom slučaju se može očekivati pojava mrvljenja i prslina prilikom brušenja.

Brzina hladjenja posle cementacije takodje ima značajan uticaj na formiranje karbida. Dok se kod cementacije u sonim kupatilima sve teškoće mogu izbeći kaljenjem radnog komada u toplim kupatilima direktno iz kupatila za naugljeničenje, u slučaju cementacije čvrstim agensima u sanducima hladjenje se, po pravilu, mora vršiti u samom sanduku. Važno je pri tome da se obrati pažnja i na veličinu sanduka, tako da se samo hladjenje što više ubrza, o čemu će kasnije biti više reči.

### PROBLEMATIKA CEMENTACIJE U SANDUCIMA POMOĆU KLASIČNIH ČVRSTIH AGENSA ZA CEMENTACIJU

Prilikom cementacije dolazi do **promene u sastavu mešavine agensa** za cementaciju; pošto ugljenik jedini sagoreva, povećava se proporcionalno sadržaj aktivatora. Doduše, pod određenim okolnostima može doći i do evaporizovanja aktivatora. Budući da se konvencionalni agensi sastoje od mešavine sastojaka, njihova višekratna upotreba je, usled narušavanja proporcija, problematična.

Ćumur, koji je važan za stvaranje i reformiranje ugljenmonoksida kao reaktivnog gasa, nije uvek zadovoljavajuće čvrst pa stoga dolazi do njegovog mrvljenja. Ova dezintegracija ćumura dovodi do **stvaranja znatne količine ugljene prašine**, koja ne samo da smeta i škodi osoblju kalionice, već ometa i cirkulaciju gasa kroz mešavinu za cementaciju i time znatno umanjuje njen efekat, usporava cementaciju i povećava potrošnju energenata. Pokušaji da se prašina odseje najčešće dovode do toga da se sa njome odseje i aktivator, što opet menja proporcije mešavine. Na taj način intenzitet naugljeničenja se može toliko promeniti da proces cementacije prestaje da bude kontrolisan.

Zbog različite težine raznih konstituenata mešavine može, na pr. prilikom transporta i

manipulacije, doći do **razdvajanja sastojaka** tako da ćumur i aktivator nisu svuda u sanduku ravnomerno pomešani.

**Sumpor**, koji se ponekad javlja u puniocima, stvara probleme tako što njegove pare veoma oštećuju ne samo sanduke već i grejače.

Mešavine za cementaciju sadrže veziva i druge isparljive sastojke koji mogu imati **neprijatne mirise** dok se sanduci zagrevaju. Neki od njih stvaraju **smolaste naslage** na radnim komadima koje je ponekad moguće ukloniti samo mehanički, na pr. peskarenjem, što svakako poskupljuje proizvodnju.

Ovi nedostaci koji su, inače, redovna pojava, mogu se otkloniti upotrebom specijalnih granulata za cementaciju.

### RAZVOJ DURFERRIT GRANULATA ZA CEMENTACIJU

Osnovni cilj koji je stajao iza razvoja DURFERRITOVIH granulata za cementaciju bio je povezati ugljenik i aktivator u jednu nerazdvojivu celinu i dati im takav oblik koji će biti istovremeno i čvrst ali i porozan. Razvoj jednog ovakvog proizvoda bio je moguć na bazi ranijih iskustva skupljenih u koncernu Degussa kroz proizvodnju aktivnog uglja.

### PROIZVODNJA

DURFERRITTOVI granulati za cementaciju u sanducima su proizvedeni od mešavine odabranih ćumura, aktivatora i sredstava za vezivanje koji su presovani pod visokim pritiskom i karbonizovani na visokim temperaturama. Ne koriste se nikakvi punioci. Rezultat su - ekstremno čvrste cilindrične granule, otporne na abraziju (sl. 1.).

### SASTAV

Kao što je već rečeno, ni jedno čvrsto sredstvo za cementaciju ne može da zadovolji sve zahteve i u svim slučajevima primene. Stoga je DURFERRIT razvio više vrsta granulata sa različitim sastavom aktivatora za različite



namene. Sadržaj ugljenika koji se može postići u površinskoj zoni naugljeničenja zavisi od sadržaja aktivatora u granulatu. Tako na pr.:

- granulati DURFERRIT KG 6 daju površinu sa manjim stepenom naugljeničenja, dok
- granulati DURFERRIT KG 30 pruža mogućnost postizanja većeg sadržaja ugljenika.

### OBLIK GRANULATA

Granulati DURFERRIT KG 6 se isporučuje u granulama prečnika 3-3,5 mm a granulati DURFERRIT KG 30 u granulama Ø 4-5 mm.

**Oblik i veličina granula su optimalno podešeni** tako da dodiruju radni komad samo u tačkama i time omogućuju da gasna faza slobodno struji kroz sanduk i po radnom komadu. Ako su radni komadi pravilno raspoređeni, čak i uske cevi i radni komadi sa rupama malih prečnika bivaju ravnomerno ispirani sa CO pa se postiže

*Sl. 1.: Izgled DURFERRITOVOG granulata* mnogo ravnomernija cementacija nego ukoliko bi se pokrivali ili punili sredstvima sa sitnijim granulama.

### OSOBINE

DURFERRITOVII granulati za cementaciju su potpuno homogenizovani proizvodi. Aktivator je potpuno ravnomerno raspoređen u svakoj granulati i ne može se razdvojiti od ugljena ni za vreme transporta ni u toku upotrebe. Stoga su svaka **segregacija ili neravnomernost u sastavu isključeni**.

Budući da se proces karbonizovanja granulata odvija na visokoj temperaturi, DURFERRIT granulati **ne sadrže lako isparljive sastojke** ili sastojke koji stvaraju smolaste naslage. Stoga se pri radu sa njima ne stvaraju nikakvi mirisi za vreme zagrevanja sanduka niti se javljaju bilo kakve naslage na površini radnog komada. Ako su sanduci propisno zatvoreni, radni komadi posle cementacije imaju lepu svetlu i sjajnu površinu.

Pošto se za proizvodnju DURFERRIT granulata koristi čumur visoke čistoće, **sadržaj isparljivog sumpora je manji od 0,1 %**,

čime se postižu značajne uštede u troškovima oko sanduka i grejača.

**Stvaranje prašine je zanemarljivo malo** zbog velike čvrstoće samih granula. Stoga, prilikom upotrebe u uobičajenim količinama, najčešće nije potrebno prosejavanje granulata. Ipak, ako se granulati koristi u velikim količinama, pa se skladišti u bunkerima pomoću elevatora sa koficama, ili se pak is sanduka vraća u bunkere pneumatskim cevovodima nije loše povremeno oduvati prašinu, što je najbolje uraditi običnim ventilatorom postavljenim na pogodno mesto kraj elevatora.

Iako veoma trajan, DURFERRIT granulati se ipak po malo i troši. To je, međutim primetno samo prilikom prve upotrebe, kad se javlja gubitak od oko 20 %. Prilikom dalje upotrebe, **potrošnja je neznatna**, svega nekoliko procenata.

Uprkos svojoj tvrdoći, DURFERRIT granulati je veoma aktivan reagens za cementaciju. Jedan **kilogram granulata ima efektivnu**, tkzv. unutrašnju **površinu od oko 5.000 m<sup>2</sup>**. To znači da se granulati može upotrebljavati ponovo bez smanjivanja efekta naugljeničenja. Ako bi se prilikom svake upotrebe dodavalo po ca. 10 % svežeg granulata, **on se može upotrebljavati u nedogled**.



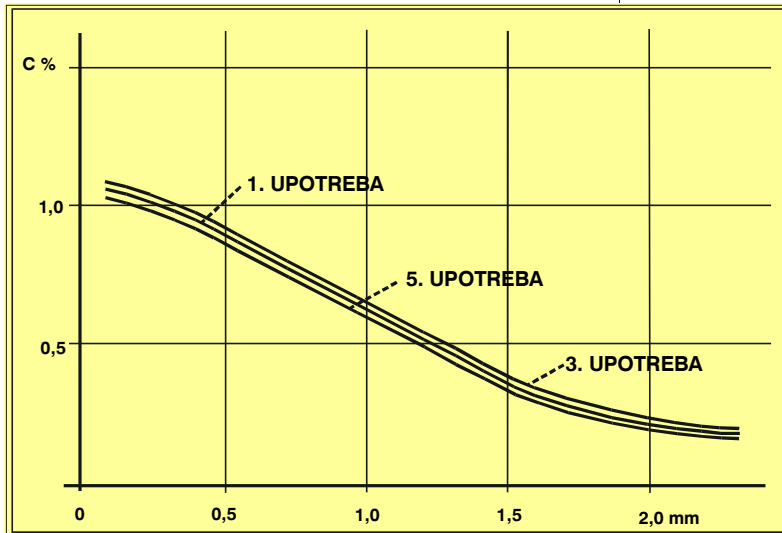
**Sl.2.: Promena sadržaja ugljenika u osovnicama od čelika 20 MnCr 5 nakon višekratne upotrebe granulata bez osvežavanja.**

Smanjeni troškovi transporta i manja zapremina bunkera za čuvanje granulata su samo neke od prednosti DURFERRIT granulata.



na sl. 2. prikazuje sadržaj ugljenika u zoni naugljeničenja čelika 20 MnCr 5 (EC100) granulatom DURFERRIT KG 6. Cementacija je vršena na 900 °C i ponavljana više puta bez dodavanja svežeg granulata. Kao što se iz dijagrama može videti, nema većih razlika u dobijenim rezultatima.

Izbor optimalnog granulata se vrši zavisno od željene dubine cementacije, željene količine ugljenika u površinskoj zoni i sadržaja legirajućih elemenata u čeliku. Sadržaj ugljenika u spoljašnjem sloju, u zoni naugljeničenja se povećava sa povećanjem vremena cementacije. Ako su čelici legirani hromom ili hromom i niklom nije potrebno tako visoko naugljeničenje kao u slučaju nelegiranih čelika zato što bi moglo doći do pojave izlučivanja karbida kao i pojave zaostalog austenita.



Granulat DURFERRIT KG 6 treba koristiti kad se želi da se postigne dubina cementacije oko 0,6 mm na legiranim čelicima, kao i ukoliko se želi da se smanji nagomilavanje ugljenika u rogljevima i oštrim ivicama. Ako se pak teži postizanju veće dubine cementacije, na pr. preko 2,0 mm, granulatom DURFERRIT KG 6 se može upotrebljavati samo za nelegirane čelike. Sa njime se, takodje, može vršiti i

naugljeničenje do dubine od 0,6 mm i više na oštrim ivicama i rogljevima alata i delova od nelegiranog čelika.

Granulat DURFERRIT KG 30 je pogodan za upotrebu na nelegiranim čelicima ako se traže dubine cementacije do oko 2,0 mm ili do oko 0,6 mm na komadima sa oštrim ivicama i rogljevima, kao i na legiranim čelicima u cilju dobijanja dubine cementacije manje od 0,6 mm na relativno ravnim radnim komadima.

Ova opšta uputstva su prikazana u tabeli I.

## IZBOR GRANULATA

Tabela I: *Upotreba granulata*

Čelik	Nelegirani legirani do 15Cr3 i 14Ni6				Legirani preko 15Cr3 i 14Ni6			
	ravan		neravan		ravan		neravan	
Dubina naugljeničenja u mm	<2,0	>2,0	<0,6	>0,6	<0,6	>0,6	<0,6	>0,6
Tip granulata <b>Durferrit KG</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

## TEMPERATURA CEMENTACIJE

U principu, preporučuje se da se cementacija vrši na temperaturi iznad 900 °C, dok je gornja granica definisana izdržljivošću same peći i sanduka. Sa povećanjem radne temperature ne samo da se smanjuje vreme cementacije, već se smanjuje i oksidacija površine radnog komada. Pogrešna je pretpostavka da na



nižim temperaturama teže dolazi do preteranog naugljeničenja. Naprotiv, premda spora, difuzija ugljenika funkcioniše i na nižim temperaturama i ipak dovodi do povećanja sadržaja ugljenika u zoni naugljeničenja, što se vidi iz dijagrama prikazanog na sl. 3.

**Sl.3.: Uticaj temperature na sadržaj ugljenika u zoni cementacije u probnim osovnicama cementiranim do iste dubine.**

### VREME CEMENTACIJE

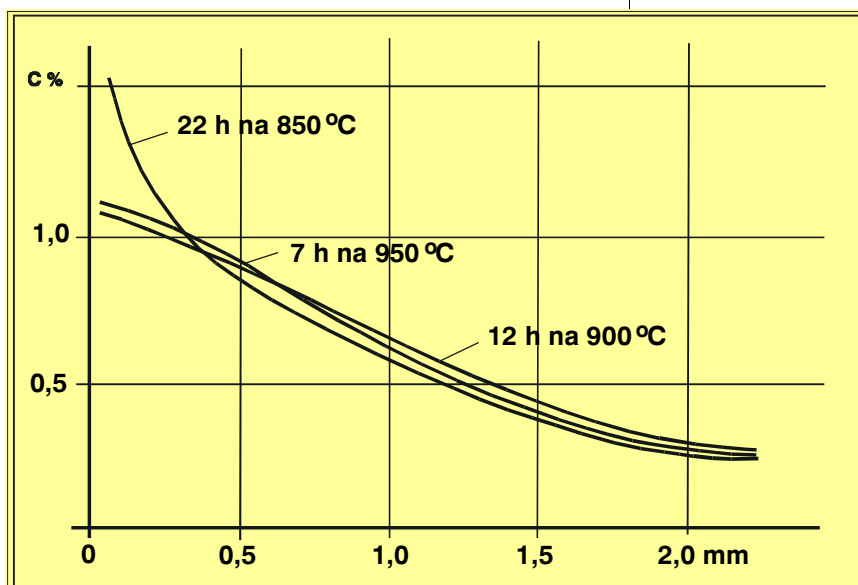
Ukupno vreme cementacije u najvećoj meri zavisi, pored veličine sanduka još i od vrste i učinka peći i vrste čelika od koga je izradjen radni komad i u tom pogledu se DURFERRIT granulati ne razlikuju od klasičnih mešavina za cementaciju. No,

mora biti brižljivo kontrolisan pomoću probnih komada za svaku šaržu.

### PAKOVANJE RADNIH KOMADA U SANDUKE

Zahvaljujući visokom nivou aktivnog ugljenika u DURFERRIT granulatu kao i obliku granula, odnosno njihovoj velikoj površini, u sanduke je moguće spakovati relativno veliki broj radnih komada. Jedan dobro spakovan sanduk je prikazan na slici 4.

Prilikom pakovanja treba voditi računa da se radni komadi međusobno ne dodiruju; razmak od 10 mm je u osnovi sasvim dovoljan. Granulat nije potrebno nabijati. Sasvim je dovoljno da se sanduk protrese ili lupka sa strane da bi se eventualne šupljine popunile.



vreme zagrevanja i same cementacije se može skratiti pravilnim rasporedjivanjem radnih komada u sanducima i, uopšte uzev, osiguranjem dobre cirkulacije gasne faze

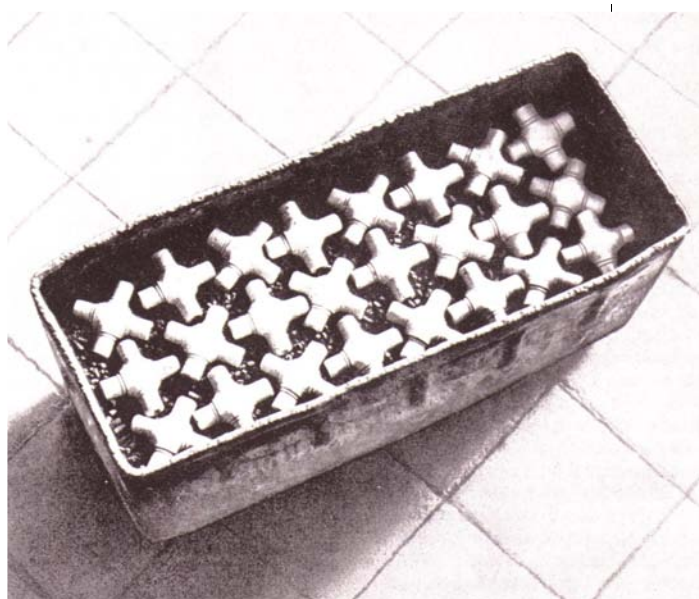
(CO). Postupak topljenja kojim je proizveden čelik ima veliki uticaj na postignutu dubinu cementacije. Čelici različiti u tom smislu, iako imaju istu specifikaciju (hemijski sastav, oznaku i sl.) i cementiraju se pod istim režimom, mogu pokazati razliku u dubini cementacije i do 1:2, nezavisno od tipa upotrebljenog sredstva za cementaciju. Stoga, ako se želi postizanje egzaktno dubine cementacije, čelici od kojih se izradjuju radni komadi moraju najpre biti pažljivo sortirani prema postupku proizvodnje i po šaržama. Uz to postupak cementacije

poklopca i sanduka, čime se smanjuje sagorevanje granulata.

Za izradu sanduka može biti upotrebljen svaki vatrootporni materijal koji prilikom upotrebe može da podnese termička i mehanička naprezanja. Mogu se koristiti i obični konstrukcioni čelici, ali oni znatno kraće traju, neotporniji su prema deformisanju na povišenim temperaturama a ogoretine koje nastaju mogu lako da oštete spirale grejača.

Sanduci bi trebalo da budu što je moguće manji i dimenzionisani tako da odgovaraju merama radnih komada. Dugačka vratila je, na primer, bolje naugljeničavati u cevima.





**Sl. 4.: Pravilno iskorišćenje sanduka**

Ukoliko su radni komadi veoma teški, kao na primer dugačke poluge ili bregasta vratila i sl., trebalo bi da se obraduju u uspravnom položaju, kako bi se smanjila opasnost od krivljenja. Cev mora biti dobro napunjena granulatom kako se radni komadi usled njegovog sagorevanja ne bi otkrili. Preporučuje se da se za ovu tehniku cementacije koristi već upotrebljavani granulati jer je njegovo sagorevanje veoma malo dok kod novog granulata, t.j. prilikom njegove prve upotrebe ono, kao što je ranije već rečeno, iznosi oko 20%.

## PEĆI

Za cementaciju u sanducima pomoću granulata pogodna je u principu svaka

komorna peć. Budući da je sadržaj sumpora veoma nizak, granulati su pogodni i za upotrebu u komornim pećima sa električnim grejanjem. Preporučljivo je da peć ima jedan mali otvor za odzračivanje zato što se pri radu sa DURFERRIT granulatom, kao i pri radu sa bilo kojom mešavinom za cementaciju, oslobadja manja količina alkaličnih jedinjenja, koja uspeva da izadje iz sanduka i koja može da prouzrokuje oštećenja u peći ukoliko bi se zadržavala u njoj. Osim toga, ulazak vazduha kroz ovaj otvor u komoru sprečava stvaranje atmosfere dovoljno bogate ugljenikom, pogodne za naugljeničenje, čime se sprečava da naizmeničnim naugljeničenjem i redukcijom

spiralna grejača i samih sanduka dodje i do njihovog oštećenja.

Zapremina komore mora biti dovoljna da omogući da ima dovoljno prostora između pojedinih sanduka da bi se obezbedilo bolje i ravnomernije progrevanje sanduka i šarže.

Neophodno je, takodje, i da temperatura svuda po komori bude jednaka. Često se događa da sanduci bliži vratima budu lošije zagrevani od onih u središtu komore. Posledica je da se i naugljeničenje u tim sanducima znatno sporije odvija.

Za veće serije pogodne su automatizovane protočne peći. U njima se izbegava pojava da se sanduci bliži vratima lošije progrevaju.

Naša firma je u stanju da ponudi odgovarajuće peći za ovaj, kao i druge postupke termičke obrade.

## TERMIČKA OBRADA NAKON NAUGLJENIČENJA

O značaju brzine hladjenja nakon naugljeničenja je već bilo reči na predhodnim stranama. U pojedinim slučajevima, kad se radni komadi odmah u nastavku na naugljeničavanje kale, dalja termička obrada nije potrebna. Oni u tom slučaju moraju jedino biti podvrgnuti popuštanju. Kad se koriste čelici pogodni za kaljenje iz sanduka, dobijaju se komadi sa jezgrom koje ima odlične osobine, a cementirani slojevi su pogodni za mnogobrojne namene. Ova tehnika (kaljenje direktno iz sanduka za cementaciju) ipak nije pogodna za legirane čelike koji posle tretmana sadrže suviše zaostalog austenita u graničnoj zoni. Medjutim, i zbog velike potrošnje granulata, kao i zbog neprijatnosti koje veliko izzračivanje toplote pričinjava osoblju u kalionici, kaljenje direktno iz sanduka se u osnovi izbegava.

Dakle, sanduke sa radnim komadima nakon obavljenog naugljeničenja treba podvrgnuti što je moguće bržem hladjenju. Čim temperatura sanduka opadne toliko da granulati više ne sagoreva i da osoblje kalionice nije izloženo prevelikoj toploti, sanduci mogu da se raspakuju.



Nakon hladjenja i raspakivanja sanduka najbolje je dalju termičku obradu sprovesti u sonim kupatilima. Informacije o postupcima i sonim kupatilima za žarenje odn. kaljenje možete dobiti od nas, kao i odgovarajuće ponude za peći i soli za sona kupatila.

Od osobite je važnosti da se radni komadi čije su površine obogaćene ugljenikom u granulatu kale sa više temperature. Na taj način se postiže da izlučeni ferit, koji je posledica sporijeg hladjenja svojstvenog cementaciji u sanducima, kao i eventualni karbidi budu bolje rastvoreni. U slučaju radnih komada koji su bili sporo hladjeni u sanducima kaljenje sa temperature koja je uobičajena za površinsko kaljenje najčešće nije dovoljno. Jezgro posle takve obrade sadrži grubozrni ferit i ima lošu trajnu čvrstoću. U graničnoj zoni se mogu javiti nepoželjni i oblici i raspored karbida. Stoga je mnogo bolje jednostruko kaljenje izvoditi sa temperatura predviđenih za prokaljivanje jezgra, pri čemu je potrebno povećati brzinu zagrevanja, odn. održati vreme zagrevanja što kraćim kako bi se izbegla pojava krupnozrne strukture u graničnoj zoni. U svemu ostalom, treba se u principu pridržavati pravila koja važe za čelike za cementaciju.

Nakon kaljenja trebalo bi izvršiti popuštanje na oko 180 do 230 °C. Na taj način smanjiće se naponi u radnim komadima a smanjiće se i opasnost od pojava prslina prilikom brušenja.

### PONOVNA UPOTREBA GRANULATA

Ohladjeni granulati se može ponovo upotrebiti bez nekih posebnih mera. Tvrdća granula, skoro potpuno odsustvo prašine i veoma velika unutrašnja aktivna površina omogućuju da se, inače veoma velika, rezerva ugljenika u granulatu može u celosti iskoristiti za stvaranje aktivnog gasa - CO. U praktičnom radu pokazalo se da je najbolje da se posle svake upotrebe doda oko 10 % svežeg granulata, bilo u silos, bilo direktno u sanduk i to najbolje na dno sanduka. No, za DURFERRIT granulati nije od velikog značaja ni ako se ponekad i

zaboravi na to, niti ako se sveži granulati ne pomeša sa starim već se samo doda odozgo, po površini. Mešanje do koga dodje prilikom pražnjenja i ponovnog punjenja sanduka je sasvim dovoljno da se održi ravnomernost naugljeničavanja, dok je raspon efikasnosti DURFERRIT granulata dovoljno veliki da omogući najmanje pet upotreba bez dodavanja svežeg granulata bez velikog uticaja na učinak postupka naugljeničenja.

Uprkos velikoj tvrdoći granulata i otpornosti prema habanju, ne može se trajno sprečiti pojava izvesne, manje količine prašine i pepela, koji mogu negativno uticati na proces naugljeničenja. Do ovoga najčešće dolazi usled nepropisnog rukovanja granulatom prilikom pakovanja u sanduke ili kad uređaji za transport granulata u i iz bunkera, odn. spremišta za granulati prouzrokuju suviše veliko trenje.

U takvim okolnostima potrebno je s vremena na vreme prosejati granulati da bi se oslobodio od prašine i pepela. Pri tome ne postoji opasnost od promene sastava granulata, a naročito ne od osiromašenja sadržaja aktivatora, što bi, inače, dovelo i do promene njegovog učinka. Ukoliko se za transport svežeg ili korišćenog granulata koriste transportna sredstva kao što su na pr. elevatori sa koficama i sl., moguće je na pogodno mesto postaviti jedan ventilator koji će oduvati prašinu ili je eventualno sakupiti u filter-vreću.

### ZAŠTITA DELOVA POVRŠINE RADNOG KOMADA OD NAUGLJENIČENJA

U slučajevima kad se želi da pojedini delovi površine radnog komada ostanu meki posle kaljenja, naugljeničenje tih površina se može sprečiti zaštitnim slojevima. U tu svrhu se, pored prevlaka od bakra, koriste i razne **zaštitne mase** kojima se površina oblaže, odnosno remazuje. Za to se mogu preporučiti zaštitne mase **DURFERRIT Contradur**, koje Vam na Vaš zahtev možemo ponuditi. Detaljnije u vezi sa izborom pogodne zaštitne mase na različitoj osnovi i za razne postupke cementacije može se videti u posebnom stručnom separatu, koji Vam na Vaš zahtev možemo staviti na raspolaganje na srpskom jeziku.

Medjutim, ma kako zaštitna masa bila efikasna, apsolutna sigurnost se može postići samo





pomoću najstarije metode: ostavljanjem viška materijala na mestima koja ne želimo da budu tvrda, i to u debljini od oko 1,3 do 2 puta većoj od željene dubine naugljeničenja, pa zatim, nakon naugljeničenja, skidanjem tog viška nekim postupkom mehaničke obrade, na pr. struganjem. Ukoliko se želi da ta mesta uopšte ne budu naugljeničena, zagrevanje za kaljenje se ne sme vršiti u cijanidnom kupatilu DURFERRIT C 3, inače ranije uobičajeno korišćenom za kaljenje posle cementacije u granulatu, već u nekom od neutralnijih kupatila za žarenje: Durferrit GS 540 ili GS 660, neutralizovanim inektorima R 2, R 4 ili R 3 ili ne.

### MERE SIGURNOSTI

Sam DURFERRIT granulati je potpuno neotrovan. Samo se po sebi razume da se u procesu naugljeničenja razvijaju gasovi, ali ovi gasovi se lako evakušu ukoliko se prilikom pakovanja i zatvaranja sanduka pridržavamo propisanog postupka. Nasuprot tome, ukoliko se radni komadi pakuju u dugačke i tanke cevi, ne preporučuje se da se stoji u blizini otvora peći jer postoji opasnost od izduvavanja granulata iz cevi. Kad se kontejner zagreje ova opasnost više ne postoji.

DURFERRIT granulati je fabrički, nakon proizvodnje, zasićen vazduhom, tako da nije sklon samozapaljenju prilikom skladištenja. Ipak, preporučljivo je da se vreće sa svežim granulatom ne skladište nabacane gusto jedna na drugu već da se između vreća ostavlja malo praznog prostora kako bi se sprečilo samozapaljenje od toplote koja nastaje i kako bi se bez teškoća mogla kontrolisati temperatura uskladištenog granulata. Prilikom upotrebe granulata potroši se kiseonik koji je bio apsorbovan u njemu, tako da se više puta upotrebljavani granulati ako se skladišti otvoreni, može opet ugrijati usled ponovne apsorpcije kiseonika iz vazduha. Međutim, ukoliko se koriste manje količine granulata, a ovaj se skladišti otvoreni, u relativno tankim slojevima, u principu ne postoji opasnost da ovo zagrevanje dovede do samozapaljenja. Ipak, kad se skladište veće količine upotrebljavanog granulata u bunkerima, neophodno je pridržavati se sledećih mera sigurnosti:

1. Bunker mora biti tako oblikovan da se obezbedi ravnomeran tok granulata i spreči pojava da se granulati sa oboda, a naročito onaj u gornjim delovima bunkera, zadržava u bunkeru duže nego onaj u sredini bunkera.

2. Bunker na donjem kraju mora biti opremljen nekom slavinom koja dobro zaptiva. Kroz standardne gasne slavine sa svetlim otvorom od preko 50 mm granulati teče kao voda. Nasuprot tome, cevni zatvarači u obliku šibera nisu pogodni jer ne sprečavaju ulazak vazduha. Vazduh koji ulazi na tom mestu dovodi do lokalnog zagrevanja granulata, a toplota koja se tom prilikom razvija ima neku vrstu dejstva nalik na kamin koje dodatno pojačava protok vazduha tako da se u konačnom efektu u blizini šibera javljaju samozapaljenja granulata.

3. Bunker bi trebalo, ako je ikako moguće, da stoji na otvorenom, tako da može da se spolja hladi vazduhom. Svakako da nije preporučljivo smestiti bunker pod krov kalionice jer u njoj, a naročito u letnjim mesecima, temperatura može biti dosta visoka, što samo olakšava pojavu samozapaljenja granulata. Povoljnije je, na primer, bunker postaviti spolja, uz zgradu kalionice a da samo otvor za izlazak granulata bude sa unutrašnje strane.

4. Sklonost ka samozapaljenju raste sa porastom temperature sredstava za naugljeničenje. Stoga je pogrešno iz još uvek vrelih sanduka prazniti granulati i odmah ga, tako vrućeg, smeštati u bunke. Neka pravilo bude da se sanduci pre pražnjenja potpuno ohlade.

5. Od posebne važnosti je transport granulata od mesta isticanja iz bunkera. Pneumatski transport nije prihvatljiv jer se u tom slučaju granulati snažno ispira kiseonikom iz vazduha, što dodatno povećava mogućnost pojave samozapaljenja u bunkeru. Prilikom pneumatskog transporta dolazi do jakog trenja granulata o zidove pneumatskog voda, naročito na krivinama i koljenima, što dovodi do povećanog stvaranja prašine od granulata, koja sa svoje strane takodje povećava opasnost od samozapaljenja. Osim toga, usled habanja izazvanog veoma tvrdim granulatom, dolazi i do brzog propadanja zidova pneumatskog voda.

6. Sklonost granulata ka samozagrevanju, koje je posledica sklonosti ugljena ka adsorpciji, može biti umanjena laganim hladjenjem i istovremenom saturacijom vazduhom, no to je vrlo dugotrajan proces. Međutim pokazalo se da se samozapaljivost može otkloniti ukoliko se, umesto zasićenja vazduhom, granulati orošava finim vodenim kapljicama. Ovim se ni najmanje ne utiče na



rezultate cementacije. Jednostavno, na pogodnom mestu u transportni sistem treba postaviti mlaznicu za fino raspršivanje vode i tako je dimenzionisati da količina vode koju će granulat apsorbovati bude oko 3 %. Poželjno je da se ventil za vodu tako poveže sa pogonom transportnog sistema da voda prska samo kad se vrši transport.

## GREŠKE U RADU

### **Preterano naugljeničenje**

Ukoliko je sadržaj ugljenika u površinskoj zoni suviše visok, dolazi već i za vreme naugljeničavanja do izlučivanja nadeutektoidnog cementita, i to kod čelika legiranih sa hromom (a naročito u slučaju čelika tipa 20 MnCr 5) u lamelastoj formi. Kod ostalih čelika ovi karbidi se izlučuju po ivicama zrna za vreme procesa hladjenja i poprimaju mrežnu formu.

Kako je apsorpcija ugljenika po ivicama i rogljevima radnog komada veća, do izlučivanja karbida dolazi prvenstveno tu. U slučaju čelika legiranih hromom izlučivanje karbida se može izbjeći upotrebom nekog sredstva za naugljeničenja sa manje intenzivnim dejstvom, kao što je na pr. DURFERRIT KG 6. Manje količine lamelarnih ili zrnastih karbida nisu kritične. Stvaranje mrežastih struktura od izlučenih karbida može se izbjeći što je moguće bržim hladjenjem nakon naugljeničenja. Veliki deo ovih karbida biva prilikom zagrevanja na temperaturu kaljenja ponovo rastvoren, što se bolje postiže ako se radni komadi zagrevaju na temperaturu prokaljivanja jezgra a ne samo do temperature dovoljne za površinsko kaljenje, o čemu je i ranije bilo reči.

### **Nedovoljno naugljeničenje**

Nedovoljno naugljeničenje svoj uzrok može imati u suviše slabom sredstvu za naugljeničenje. U takvim slučajevima može se preporučiti upotreba granulata DURFERRIT KG 30. U slučaju čelika koji se teže cementiraju, kao što su na pr. čelici za automate, trebalo bi uvek upotrebljavati ovaj granulat sa intenzivnijim dejstvom. Ali kako sadržaj ugljenika u površinskom sloju zavisi i od vremena naugljeničavanja, može se

dogoditi da sadržaj ugljenika bude nizak i u slučajevima kad se je želelo da cementacija bude vrlo plitka.

U takvim slučajevima takodje se preporučuje upotreba granulata DURFERRIT KG 30. (Vidi i tabelu 1)

### **Neravnomerna dubina naugljeničenja**

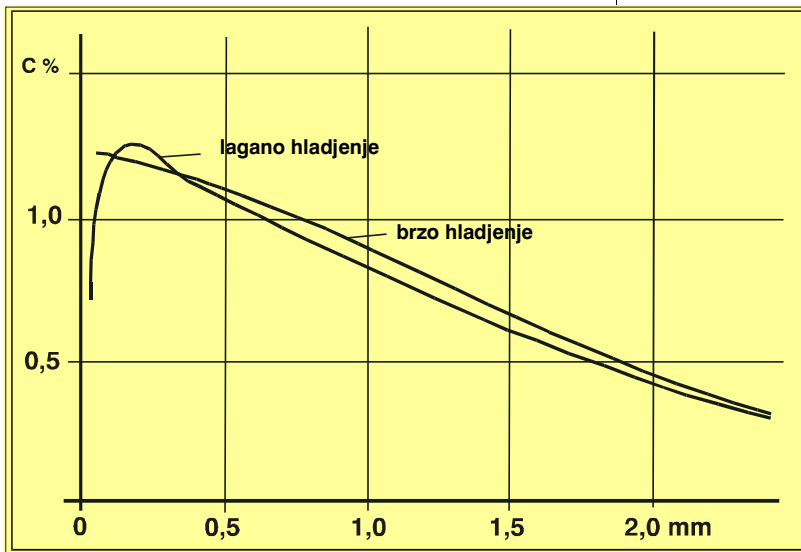
Dubina do koje prodire ugljenik apsorbovan iz granulata ne zavisi samo od temperature i trajanja procesa već i od vrste čelika koji se tretira. Ukoliko se insistira na ujednačenoj dubini naugljeničenja velikog broja radnih komada, neophodno je predhodno ispitati jednoobraznost sposobnosti čelika da apsorbuje iste količine ugljenika. Ponekad je potrebno i isti tip čelika ali iz različitih šarži tretirati različito kako bi se postigli dovoljno ujednačeni rezultati.

Različita dubina naugljeničenja može biti prouzrokovana i time što komora peći za cementaciju nema ravnomeran raspored temperature. Temperatura pojedinih zona je često niža, naročito pored vratnica. Temperaturne razlike od 20 °C mogu se već označiti kao neprihvatljive.

U kritičnijim slučajevima treba pobeći tome da se u zonu u blizini vrata peći smeštaju samo radni komadi kod kojih se može tolerisati i lošiji kvalitet cementacije.



### Meka kora i meke "fleke"



**Sl. 5.: Sadržaj ugljenika u cementiranom sloju probnih osovinica hladjenih brzo, odn lagano u sanducima za cementaciju.**

Najčešći uzrok meke kore jeste suviše sporo hladjenje u sanducima za cementaciju. Kao što je već rečeno, u tom slučaju u temperaturnom intervalu između 800 i 650 °C dolazi do smanjenja sadržaja ugljenika u površinskom sloju. (Sl. 5.)

Jedinu pomoć pri tome predstavlja izbegavanje hladjenja u peći i upotreba manjih sanduka i bolje pakovanje radnih komada.

Ukoliko se granulat povremeno ne oslobadja pepela na već izloženi način, pepeo i fina prašina mogu nepovoljno uticati na efekat naugljeničenja. Dejstvo je naročito negativno na gornjim površinama radnih komada, na kojima se pepeo i prašina najviše i skupljaju. Visoko legirani čelici u takvim prilikama mogu čak i korodirati (v. sliku 6).

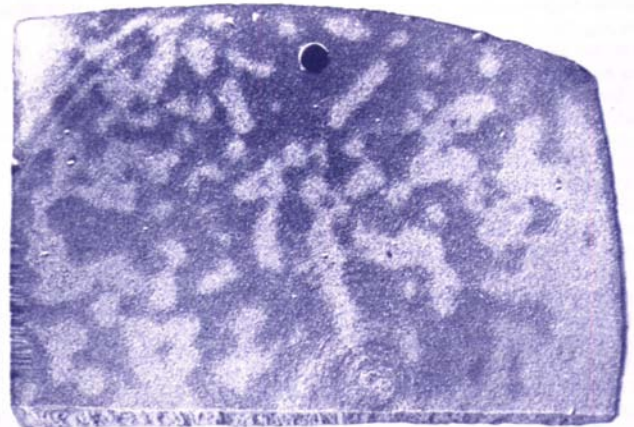
Uzrok meke kore radnih komada nakon kaljenja može biti i razugljeničenje tokom samog procesa kaljenja. Upotreba cijanidnih sonih kupatila, na primer tipa DURFERRIT GS 540/C3, odnosno u novije vreme

bezcijanidnog kupatila DUROFER, za zagrevanje na temperaturu kaljenja rešava ovaj problem u potpunosti.

Zaostali austenit u zoni cementacije takođe može biti uzrok mekoj kori posle kaljenja. U takvim slučajevima se može preporučiti da se pre kaljenja izvrši žarenje na 600 °C u neutralnom medijumu, koji ne dovodi do naugljeničvanja ili nitriranja.

Meke "fleke" najčešće nisu povezane sa naugljeničenjem već ukazuju na neadekvatno sredstvo za hladjenje prilikom kaljenja. Ako se za hladjenje koristi obična voda iz vodovoda, koja sadrži rastvorene razne gasove, to dovodi do intenzivnog stvaranja mehurića pare. Ovi mehurići, koji se stvaraju lokalno i naročito intenzivno u početku hladjenja,

dakle u najkritičnijoj fazi transformacije strukture materijala, veoma ometaju hladjenje, što ima vrlo loše efekte naročito na nelegirane čelike. Stoga po pravilu treba primenjivati vodu sa raznim solima, t.j. aditivima za sprečavanje pojave parne faze, kao što su soli DURFERRIT AWS i dr.



**Slika 6.: Veoma osetljivi CrNiMo-čelik cementiran u jako zaprljanom granulatu. Reljefna struktura nastala prilikom poliranja prouzrokovana je postojanjem mekih i tvrdih delova površine.**

Upotreba obične kuhinjske soli se pokazala ne samo nedovoljno efikasnom, već i neekonomičnom već i zbog vrlo lošeg dejstva na sama kupatila za hladjenje i instalacije.



Ova vrsta mekih "fleka", koje nastaju zbog neprimerenog hladjenja, se prepoznaje po tome što se svaki put javljaju na drugim, proizvoljnim mestima. Ukoliko se pak one javljaju na određenim mestima, to već može ukazivati i na nedovoljno ili neispravno naugljeničenje. Čak i vrlo tanki slojevi stranih materijala ( na pr. otisci prstiju zaprljanih masom za zaštitu od cementacije) mogu oslabiti ili čak i sprečiti apsorpciju ugljenika (v. sl. 6.).

### **Grubozrna struktura jezgra radnih komada**

Ukoliko se hladjenje u sanducima odvija preterano sporo, neminovno dolazi ne samo do formiranja grubozrne feritne strukture u jezgru radnog komada već i gruboznog perlita u površinskoj zoni radnih komada. U daljem procesu termičke obrade mora se vršiti otklanjanje ovih grubozrnih struktura. Pri tome se često pada u grešku da se završno kaljenje vrši sa temperature nedovoljno visoke da bi sav ferit iz jezgra radnih komada uspeo da se rastvor. Rezultat su, prirodno, loše mehaničke osobine jezgra radnih komada.

Prema dosadašnjim saznanjima, praktično je povoljnije čak i jedno malo pregrevenje površinske zone prilikom kaljenja kako bi se sav ferit iz jezgra rastvorio i postigla bolja mehanička svojstva jezgra radnih komada. U praksi, najbolji rezultati se postižu termičkom obradom u sonim kupatilima, u kojima se ta temperatura sa sigurnošću može kontrolisati tako da pri tome ne dodje do preteranog pregrevanja površinske zone i pojave krupnozrne strukture u njoj.

### **Prsline**

Prsline mogu nastati u procesu cementacije usled pogrešnog izbora čelika za cementaciju, kao na pr. ukoliko se vrši naugljeničavanje čelika koji već ima puno ugljenika.

Prsline u površinskoj zoni na CrMn-čelicima najčešće su posledica nepodobne brzine hladjenja - bilo male brzine hladjenja u sanducima nakon naugljeničenja bilo prebrzog hladjenja u vazduhu. Ovakve brzine hladjenja dovode do pojave prevelikih

unutrašnjih napona između površinske zone i jezgra radnih komada. Stoga se ovi čelici moraju ili još sporije hladiti u sanducima ili pak kaliti direktno iz sanduka, i to neposredno posle naugljeničenja. Ove prsline se relativno lako otkrivaju metalografskim ispitivanjem i prepoznaju se po tome što idu kroz ceo cementirani sloj, ali se ne prostiru dublje.

Kod CrNi- ili CrMo-čelika za cementaciju, koji su praktično prokaljivi na vazduhu, usporavanjem brzine hladjenja u sanducima najčešće nije moguće sprečiti pojavu naponskih prsline već se to može postići jedino ubrzanim hladjenjem, u manjim sanducima ili čak sanducima smanjenim i prilagodjenim konkretnom radnom komadu. U slučajevima kada je radni komad i inače sklon pojavi prsline, nužno je još više ubrzati hladjenje radnih komada. Da bi se neizbežno sagorevanje granulata održalo u podnošljivim granicama, sanduke pre otvaranja treba najpre brzo ohladiti na 700 do 800 °C, što valja proveriti, pa tek onda vaditi radne komade. I kod ovih čelika različite šarže mogu različito reagovati, pa je preporučljivo razdvajanje čelika i po šaržama. Čelici sa linearnim, usmerenim strukturama kao i čelici sa uključcima šljake su naročito osetljivi na pojavu prsline.

I predhodno opisane greške - grubozrni ferit u jezgru, preterana tvrdoća, izlučivanje mrežastih struktura karbida, krupnozrni karbidi u površinskoj zoni, zaostali austenit i sl. mogu dovesti do pojave prsline tokom brušenja kao i prilikom ispravljanja radnih komada. Precizno utvrđivanje stvarnih uzroka pojave prsline može se izvršiti najčešće samo metalografskim ispitivanjem. One mogu nastati kako prilikom kaljenja, tako i prilikom brušenja ili ispravljanja pa ih u skladu sa time treba i sprečavati.

I sam proces brušenja može prouzrokovati prsline: usled suviše tvrdih brusnih kamenova, prevelikog posmaka ili lošeg hladjenja prilikom brušenja. Nagrizanje ispucalog radnog komada sa 5 %-nom hladnom sumpornom kiselinom i mestimična pojava tamne boje površine ukazuje da je na tim mestima prilikom brušenja došlo do pregrevanja. Pažljivijim brušenjem i mekšim brusom ove prsline se lako mogu izbeći.

### **Preterano sagorevanje granulata**

DURFERRIT granulati ne sadrže nikakve nesagorive sastojke. Stoga, ako želimo da izbegnemo preterano sagoravanje granulata,



sanduci moraju imati poklopce koji zaista dobro zatvaraju. Sagorevanje je, prirodno, najviše izraženo ukoliko sanduci imaju oblik cevi koja je postavljena u vertikalni položaj. U takvim sanducima najbolje je koristiti već

upotrebljavani granulati jer oni pokazuju manju sklonost ka sagorevanju.

Ako se sanduci postavljaju naopako, sa poklopcem na dnu, treba obratiti pažnju na to da su poklopci ravni jer inače, usled prodora vazduha, lako dolazi do povećanog sagorevanja granulata.

## PAKOVANJE

DURFERRIT granulati za cementaciju se isporučuju upakovani u vrećama od po 25 kg.

## II DEO: GRANULATI ZA ŽARENJE

### UVOD

Kalionice koje ne raspolažu pećima kao što su vakuumske, komorne i druge sa zaštitnom atmosferom ili pak sonim kupatilima, za potrebe «neutralnog» žarenja (na pr. za austenitizaciju) mogu sebi pomoći upotrebom tzv. uglja, odn. granulata za žarenje.

### UPUTSTVO ZA PRIMENU

DURFERRIT granulatom za žarenje se, u principu, rukuje na isti način kao i sa granulatom za cementaciju: radni komadi se smeštaju u metalne sanduke (može i u one koji se inače koriste za cementaciju) izradjene od materijala otpornih prema toploti i koroziji na povišenim temperaturama i oblažu se sa svih strana. Sloj granulata bi trebalo da bude debeo oko 2 cm. Ipak, trebalo bi imati u vidu da granulati u gornjem delu sanduka može stupiti u reakciju sa atmosferom, što dovodi do njegovog sagorevanja. Stoga bi sanduk trebalo da

bude napunjen sa granulatom najmanje do 25-30 % od ukupne visine sanduka.

U ostalim tačkama pravila primene i rukovanja sa granulatom za žarenje su ista kao i u slučaju granulata za cementaciju.

### METALURŠKA RAZMATRANJA

Tokom procesa žarenja u sanduku za cementaciju nastaje jedna gasna smeša čiji sastav odlučujuće zavisi od

- temperature i
- kvaliteta ugljena odn. granulata za žarenje,

i koja poseduje jedan definisani ugljenični potencijal. Ova gasna smeša stupa u reakciju sa površinom radnog komada od čelika i, zavisno od gore pomenutih parametara kao i vrste čelika, može delovati u pravcu naugljeničenja, razugljeničenja ili neutralno.

Prilikom izbora pogodnog granulata za žarenje važi pravilo da se bira onaj tip granulata čiji ugljenični potencijal na temperaturi na kojoj se vrši žarenje odgovara sadržaju ugljenika u strukturnoj matrici radnog komada.



## VRSTE GRANULATA

U našem programu prodaje se nalaze granulati tri kvaliteta:

- ◆ Granulat **G**, u granulacijama **K I** i **K II**,
- ◆ Granulat **H**, u granulacijama **K I**, **K II** i **K III**,
- ◆ Granulat **K**, u granulacijama **K I**, **K II** i **K III**,

Oznake granulacije **K I** do **K III** odgovaraju različitim veličinama granula:

- ◆ **K I** ima granule od 1,5 do 4,0 mm
- ◆ **K II** ima granule od 4,0 do 6,0 mm
- ◆ **K III** ima granule od 6,0 do 9,0 mm.

Generalno, važe sledeća pravila:

- C-potencijal raste u nizu **K - H - G**.
  - C-potencijal se povećava sa porastom temperature.
- Na relativno niskim temperaturama (ca. 800-860 °C) granulat **G** pokazuje još uvek relativno visok ugljenični potencijal, dok granulati tipa **K** i **H** u najvećem broju slučajeva već dovode do razugljeničenja. Stoga se na tim temperaturama može uvek preporučiti upotreba granulata tipa **G**.
- Vrednosti C-potencijala navedene u donjoj tabeli treba shvatiti kao grube, orijentacione veličine:
- U slučaju vrlo visokih temperatura (na pr. iznad 1.050 °C) pretežno se koristi granulat tipa **K**.

Tip granulata	C-potencijal	
	900-920 °C	1000 °C
Granulat <b>G</b>	0,85 %	ca 1,5 %
Granulat <b>H</b>	0,90 %	ca 1,5 %
Granulat <b>K</b>	0,20 %	0,6-0,7 %

## PAKOVANJE

Granulati za žarenje se isporučuju u sledećem pakovanju:

- ◆ Granulat **G**: u vrećama od 25 kg
- ◆ Granulat **H**: u vrećama od 20 kg
- ◆ Granulat **K**: u vrećama od 25 kg

Na zahtev rado ćemo dati odgovarajuću ponudu.

## MERE ZAŠTITE NA RADU I OKOLINE

DURFERRIT granulati za žarenje nisu opasne materije u smislu zaštite na radu i zaštite okoline.

Na raspolaganju su sigurnosne specifikacije u skladu sa propisima.

## ZAVRŠNE NAPOMENE

Upotreba DURFERRIT granulata za žarenje rešava probleme kontrolisanja sadržaja ugljenika u površinskim slojevima radnih komada prilikom žarenja u situacijama kada kalionica ne raspolože specijalizovanim pećima sa odgovarajućom atmosferom, vakuumom ili sonim kupatilima.

Zbog velikog broja raznovrsnih čelika, ovde su date samo generalne smernice jer u okviru jednog ovakvog napisa nije moguće detaljno obraditi sve slučajeve. Stoga korisnicima za pravilan izbor tipa granulata stoji na raspolaganju odgovarajuća savetodavna služba firme DURFERRIT.

Potrebne informacije i uputstva za izbor i upotrebu DURFERRIT granulata, kao i odgovarajuće ponude mogu se dobiti i preko firme DINAGENT, Beograd, Save Maškovića 3, tel/faks 011/397- 3939 i 397-4449.



*Sredstva iz programa firme Durferrit GmbH za termičku obradu u manjim kalionicama:*

Pored granulata za cementaciju i žarenje firma Houghton Durferrit GmbH ima u programu proizvodnje niz proizvoda koji su namenjeni prvenstveno manjim kalionicama, i metalnim radionicama koje ne poseduju specijalizovane peći kao što su vakuumske peći, peći sa zaštitnom atmosferom, gasne peći za određene postupke, sona kupatila, linije za bruniranje i sl.

Medjutim, ovi proizvodi su dobrodošli i u većim kalionicama, za pojedinačne i vanredne slučajeve u kojima se ne isplati upotrebljavati velike, specijalizovane peći.

**Sredstva za cementaciju u sanducima:**

**KG 6** - granulati za cementaciju preko 0,6 mm, za nelegirane čelike, mekšeg dejstva;  
**KG 30** - granulati za cementaciju do 0,6 mm, za nelegirane i legirane čelike, jakog dejstva;  
**KRATOS L** - zrnca u 3 granulacije, primena kao KG 6;  
**KRATOS U** - zrnca u 3 granulacije, primena kao KG 30;  
**KRATOS SPEZIAL 0/5** - ekstremno fini prah, za uske rupe, žljebove i sl.;  
**LEKONA 27** - zamena za ugalj od kože, za preciznu mehaniku, optiku i sl.;  
**HÄRTEKOHLE SPEZIAL PW** - sredstvo za cementaciju alata za presovanje;  
**AUFSTREUHÄRTE PULVER** - prašak za naugljeničenje zagrevanjem pomoću ručnog gorionika.

**Granulati za žarenje u sanducima:**

**GLÜKOHLE G** - granulati sa nižim ugljeničnim potencijalom;  
**GLÜKOHLE H** - granulati sa višim ugljeničnim potencijalom;  
**GLÜKOHLE K** - granulati za više temperature, preko 1050 °C.

**Sredstva za nitriranje u sanducima:**

**PULNIERPULVER** - prah za neotrovno nitrokarburiranje (Pulniranje) u sanducima;  
**AKTIVATOR** - sredstvo za aktiviranje PULNIR-praha.

**Sredstva za boriranje u sanducima:**

**DURBORID 1** - prah za prevlake najboljeg kvaliteta, teže se čisti;  
**DURBORID 2** - granulati za prevlake vrlo dobrog kvaliteta, lakše se čisti;  
**DURBORID 3** - Granulati za prevlake dobrog kvaliteta, ne hvata se za radni komad;  
**DURBORID PASTA** - pasta za boriranje, za rad u atmosferi Ar, N<sub>2</sub> ili formir-gasa.

**Sredstva za ručno bruniranje:**

**STREICH-BRUNIERBEIZE**- sredstvo za bruniranje mazanjem ili potapanjem na sobnoj temperaturi;  
Sredstva za odmašćivanje pre i zaštitu posle bruniranja.

**Zaštitne mase **CONRADUR** za cementaciju, nitriranje i boriranje.**

