

Ljiljana Pedišić, Božidar Matijević, Jasminka Munić

ISSN 0350-350X

GOMABN 47, 6, 437-462

Izvorni znanstveni rad/Original scientific paper

UDK 621.785.56.065 : 621.785.616 : 665.7.032 : .001.37

UTJECAJ KONCENTRACIJE VODOMJEŠIVIH TEKUĆINA ZA OBRADBU METALA NA SPOSOBNOST OHLAĐIVANJA

Sažetak

Kaljenje je najrašireniji postupak toplinske obradbe metala a sastoji se od odgovarajućeg gašenja s određene temperature austenitizacije da bi se postigla martenzitna struktura. Sposobnost ohlađivanja sredstva za gašenje uglavnom ovisi o toplinskim svojstvima metala, debljini oblika obradaka te o svojstvima odvođenja topline sredstva za gašenje. Pravilnim izborom odgovarajućeg sredstva za gašenje smanjuje se opasnost od nastajanja napetosti, eventualnih pukotina i deformacija obratka. Za gašenje čelika najčešće se primjenjuju voda, biljna i mineralna ulja, otopine polimera, solne kupke, fluidizirane kupke, inertni plinovi te zrak. Voda je oštro sredstvo za gašenje dok ulja hlade znatno sporije od vode ali je njihov glavni nedostatak opasnost od požara. Primjenom vodomješivih tekućina za gašenje kombiniraju se pozitivna svojstva ova dva tipa sredstava za gašenje, vode i ulja.

U ovom radu prikazana su fizikalno kemijska svojstva vodomješivih tekućina kao sredstva za gašenje kod toplinske obradbe metala. Pripremljeno je više vrsta tekućina s vodom u različitim koncentracijama. Za pojedine koncentracije ispitivanih sredstava za gašenje snimljene su krivulje hlađenja, određene brzine ohlađivanja i značajke H sredstva za gašenje prema standardu ISO 9950.

1. UVOD

Toplinska obradba metala obuhvaća cijeli niz postupaka zagrijavanja i hlađenja koji se primjenjuju pri izradi različitih alata i drugih dijelova strojeva s ciljem dobivanja željenih mehaničkih svojstava dotičnog predmeta-obratka. Tijekom tih postupaka legura se u krutom stanju izvrgava djelovanju niza temperaturno-vremenskih promjena sa svrhom promjena strukture, a time i promjene svojstva u željenom smislu. Osnovni parametri u svakoj toplinskoj obradbi su temperatura (T) i vrijeme (t). Procesi toplinske obradbe obuhvaćaju žarenje, kaljenje, popuštanje, poboljšavanje te površinska otvrdnjavanja [1]. Kaljenjem se naziva ugrijavanje čelika na dovoljno visoku temperaturu radi austenitizacije i otapanja dovoljne količine

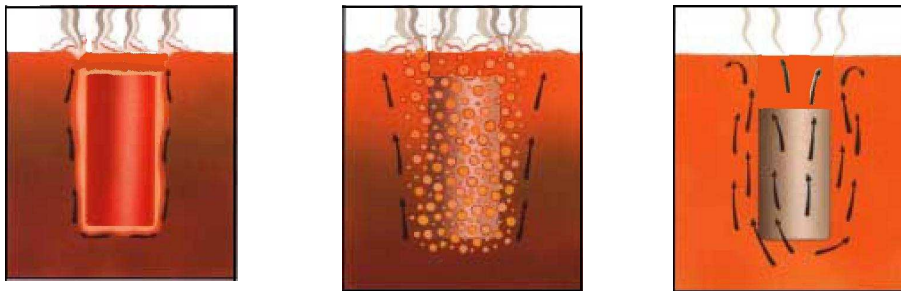
ugljika u austenitu, te naglog hlađenja, pri čemu se stvara vrlo tvrda, krta i nestabilna martenzitna struktura. Kaljenjem se povećava tvrdoća i čvrstoća čelika.

Pri toplinskoj obradbi metala može se koristiti čitav niz različitih sredstava za hlađenje ili gašenje. Prema standardu ISO 6743-14, Heat treatment-U [2], ulja i slični proizvodi koji se primjenjuju u procesu kaljenja metala svrstani su u šest grupa i to:

- H = ulja
- A = voda i otopine polimera, emulzije
- S = rastaljene soli
- G = plinovi
- F = fluidizirane kupke
- K = druga sredstva za gašenje.

Osnovna podjela navedenih sredstava za gašenje je prema stvaranju parnog omotača na početku uranjanja vrućeg obratka tzv. Leidenfrostovom fenomenu. Parni omotač nastaje kod sredstava s vrelištem ispod temperature austenizacije a to su voda, ulja te emulzije i polimeri. Sredstva koja ne podliježu Leidenfrostovom fenomenu su sredstva s vrelištem iznad temperature austenitizacije čelika kao što su rastaljene soli i rastaljeni metali, te plinovi i vakuum kao što su fluidizirane kupke, tehnički plinovi, mirni i komprimirani [3].

Prilikom uranjanja vrućeg obratka u sredstvo koje podliježe stvaranju parnog omotača ohlađivanje se odvija u tri faze. To su: a) faza parnog omotača, b) faza vrenja i c) faza konvekcije kao što je shematski prikazano na slici 1 [4].



a - faza parnog omotača

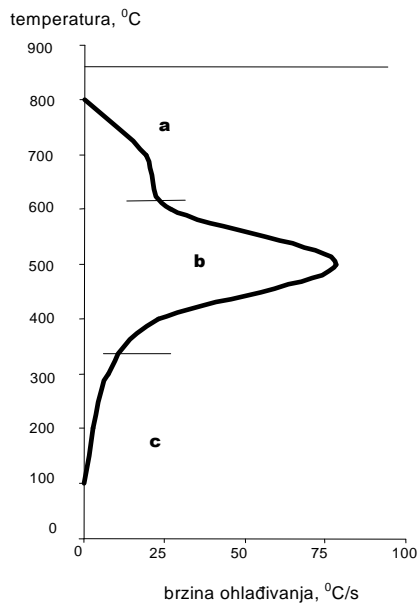
b - faza vrenja

c - faza konvekcije

Slika 1: Faze ohlađivanja obratka u sredstvu koje podliježe pojavi nastanka parnog omotača

Faza parnog omotača (a) nastaje odmah prilikom uranjanja vrućeg obratka u sredstvo. Kod visoke temperature obratka formira se parni omotač koji djeluje kao izolator sprječavajući kontakt sredstva za gašenje i metalne površine. Parni sloj ima niski koeficijent toplinske vodljivosti čega je posljedica niska brzina ohlađivanja. Trajanje ove faze ovisi prije svega o sastavu sredstva za gašenje. Padom temperature obratka ovisno o sredstvu za gašenje i geometriji komada parni omotač postaje nestabilan i nestaje dopuštajući sredstvu da dođe u kontakt s površinom obratka. U fazi vrenja (b) burno vrenje tekućine brzo odvodi toplinu, a hladnija

tekućina dolazi do površine. Toplina se ubrzano odvodi s površine obratka. U ovoj fazi ohlađivanja postiže se maksimalna brzina gašenja a snižavanjem temperature vrenje se smanjuje. U zadnjoj fazi ohlađivanja (c) kada temperatura obratka padne ispod vrelišta sredstva za gašenje, toplina se odvodi samo konvekcijom na sredstvo za gašenje. Zbog toga se ohlađivanje u ovoj fazi može značajno povećati cirkulacijom sredstva za gašenje [5]. Na slici 2 prikazana je krivulja brzine ohlađivanja obratka s pregledom pojedine faze koja se snima za svako sredstvo. Ako je prisutna kratka faza parnog omotača, dobiva se brzo, homogeno ohlađivanje cijele površine obratka. Ako je duga faza vrenja, sredstvo će dati dobro odvođenje topline kod većih presjeka.

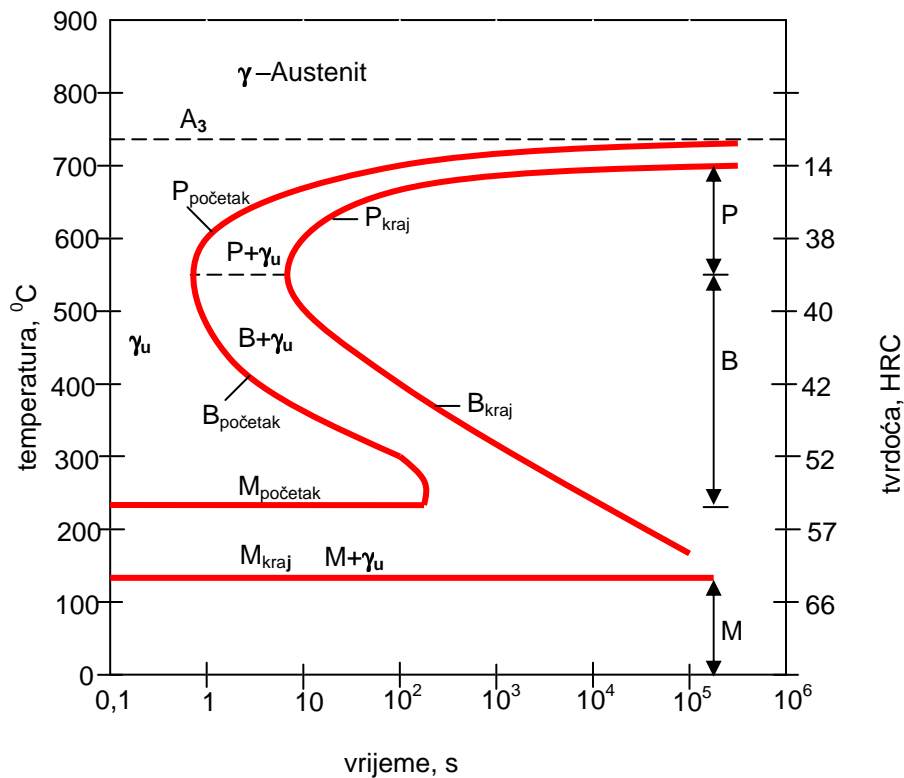


Slika 2: Brzina ohlađivanja sredstva za gašenje

Od niza metala i njihovih legura toplinski se najčešće obrađuje željezo. Ovisno o kvaliteti čelika treba odabrati prikladno sredstvo za gašenje koje će još uvijek dati najveći udio martenzita, čime se smanjuje opasnost nastajanja napetosti i eventualnih pukotina. Da bi se neki obradak mogao zakaliti, treba ga ohladiti dovoljno brzo s temperature austenitizacije.

Za određivanje prikladnog sredstva za gašenje polazi se od analize TTT (engl. time-temperature-transformation) dijagrama za kontinuirano ohlađivanje i u njemu određene gornje, odnosno donje kritične brzine gašenja. Gornja kritična brzina gašenja je ona najmanja brzina ohlađivanja kod koje se dobiva potpuno martenzitna

(M) mikrostruktura a donja kritična brzina gašenja je ona najmanja brzina ohlađivanja kod koje tek počinje pretvorba u martenzit. Iz kontinuiranog TTT dijagrama, slika 3, uočava se kritično područje temperatura (između 650 i 400 °C) oko temperature inkubacije u kojem je potrebno vrlo brzo ohlađivanje da bi se izbjegla pretvorba pothlađenog austenita u perlit ili bainit [6].



Slika 3: TTT dijagram (vrijeme-temperatura-transformacija) za eutektoidni čelik
Oznake mikrostrukturnih faza: γ , A - Austenit, P - Perlit, B - Bainit, M - Martenzit

TTT dijagrami pokazuju ponašanje pojedinih čelika u smislu pothlađenog austenita. Ovaj dijagram (naziva se još i dijagram izotermičke transformacije ili C-krivulja) omogućuje da predvidimo strukture, svojstva i potrebne toplinske obradbe za čelik. P_{početak} krivulja predstavlja vrijeme na kojoj transformacija započinje. Vrijeme kada je transformacija završena dobiva se s P_{kraj} krivuljom. Maksimalna brzina transformacije za eutektoidni čelik se zbiva na temperaturi 550 °C. Dvije vrste mikrokonstituenta se stvaraju kao rezultat transformacije. Perlit (P) se formira iznad 550 °C, a bainit (B) se formira na nižim temperaturama.

2. Tekućine za toplinsku obradbu metala

Tekućine koje se primjenjuju pri toplinskoj obradbi metala su ulja za kaljenje, emulgirajuće i sintetičke tekućine te voda. Voda je oštro sredstvo za gašenje dok ulja hlade znatno sporije od vode. Glavni nedostatak ulja je opasnost od požara a vode slaba korozivna zaštita. Primjenom vodomješivih tekućina za gašenje kombiniraju se pozitivna svojstva ova dva tipa sredstava za gašenje, vode i ulja. Uljne i vodomješive tekućine imaju svoje prednosti i nedostatke a dio primjenskih svojstava, ovisno o troškovima, prikazan je u tablici 1.

Tablica 1: Prednosti i nedostaci primjene tekućina za obradbu metala

TROŠKOVI / SVOJSTVA	TEKUĆINE KOJE SE MIJEŠAJU S VODOM	ULJA
Cijena proizvoda	+	-
Zbrinjavanje	-	+
Održavanje	-	+
Naprave za čišćenje	+	-
Odmašćivanje obradaka	+	-/+*
Odmašćivanje radnog prostora	+	-/+*
Opasnost od požara	+	-

+ = prednost, - = nedostatak, * = prednost ako je vodoispirljivo ulje

Prilikom odabira sredstva za hlađenje odnosno sirovina za proizvodnju, osim tehničkih zahtjeva, valja voditi računa i o zahtjevima zaštite okoliša i sigurnosti ljudi [7]. Ulja za kaljenje sastoje se od baznog ulja i aditiva. Bazno ulje može biti mineralno, sintetičko ili prirodno (biljno ili životinjsko) a najčešće se koriste mineralna bazna ulja. Aditivi imaju funkciju sprječavanja oksidacije, sprječavanja pjenjenja, poboljšanje čistoće obratka, poboljšanje brzine ohlađivanja i dr. Osnovna fizikalno kemijska svojstva ulja za kaljenje su viskoznost, vrelište, tecivost, plamište, oksidacijska i termička stabilnost, isparivost i isparljivost. Viskoznost kao jedna od najvažnijih osobina maziva, predstavlja mjeru unutrašnjeg trenja, koja djeluje kao otpor na promjenu položaja molekula maziva pod utjecajem smičnog naprezanja. Viskoznost je ovisna o temperaturi i tlaku. O viskoznosti ulja ovisi brzina hlađenja. Emulgirajuće tekućine ili «topljiva ulja» imaju sličan sastav uljima uz dodatak veće količine površinski aktivnih tvari da bi se dobila stabilna emulzija koja je radni medij a također i potrebna korozivna zaštita zbog visokog sadržaja vode. Sintetička sredstva ne sadrže uljnu komponentu već se sastoje od površinski aktivnih tvari, korozivnih inhibitora, visokomolekularnih spojeva-polimera i dr. Emulgirajuće tekućine i sintetička sredstva primjenjuju se pomiješana s vodom, formirajući emulzije odnosno otopine, u različitim koncentracijama ovisno o svojstvima materijala koja se žele dobiti. U svim ovim grupama nadalje postoje sredstva za sporo, normalno i brzo gašenje. U tablici 2 navedena je klasifikacija ulja koja se

primjenjuju pri toplinskoj obradbi prema normi ISO 6743-14 u ovisnosti o postupku gašenja a u tablici 3 klasifikacija vodenih tekućina [2].

Tablica 2: Klasifikacija ulja za toplinsku obradbu prema ISO 6743-14

POSTUPAK GAŠENJA	TEMPERATURA ULJA, °C	PRIMJENA	SIMBOL
hladno gašenje	$\vartheta \leq 80$	ulje za normalno gašenje	UHA
		ulje za brzo gašenje	UHB
polutoplo gašenje	$80 < \vartheta \leq 130$	ulje za normalno gašenje	UHC
		ulje za brzo gašenje	UHD
toplo gašenje	$130 < \vartheta \leq 200$	ulje za normalno gašenje	UHE
		ulje za brzo gašenje	UHF
jako toplo gašenje	$200 < \vartheta \leq 310$	ulje za normalno gašenje	UHG
		ulje za brzo gašenje	UHH
gašenje u vakuum pećima			UHV
ostala primjena			UHK

Tablica 3: Klasifikacija vodenih tekućina za toplinsku obradbu prema ISO 6743-14

POSTUPAK GAŠENJA	PRIMJENA	SIMBOL
površinsko gašenje	voda	UAA
	vodena tekućina za sporo gašenje	UAB
	vodena tekućina za brzo gašenje	UAC
dubinsko gašenje	voda	UAA
	vodena tekućina za sporo gašenje	UAD
	vodena tekućina za brzo gašenje	UAE
ostali slučajevi		UAK

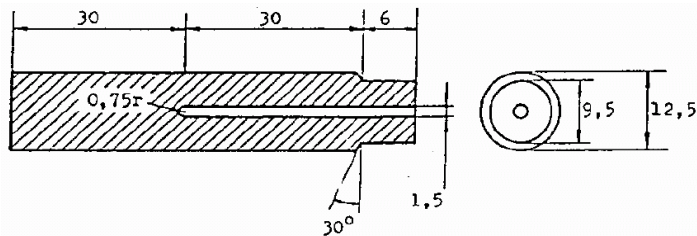
Brzina ohlađivanja i radna temperatura su bitna radna svojstva sredstva za gašenje i stoga ih valja odrediti nekom od dostupnih metoda [8]. Brzina ima značajan utjecaj na prokaljivost i na tvrdoću materijala nakon gašenja što je vidljivo na slici 2.

3. Eksperimentalni dio

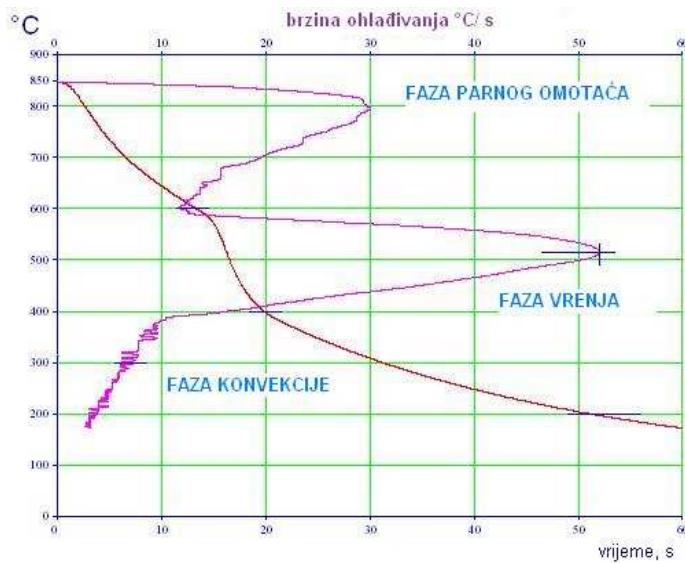
3.1. Određivanje sposobnosti ohlađivanja metodom ISO 9950 [9]

Za ispitivanje sposobnosti ohlađivanja metodom ISO 9950:1995 koristi se sonda promjera 12,5 mm i dužine 60 mm, a izrađena je od niklove legure INCONEL 600 (slika 4). U središtu sonde nalazi se termoelement NiCr/ NiAl. Termoelement je spojen na PC ili pisač tako da se mogu snimati i registrirati potrebne veličine: temperatura, vrijeme, brzina ohlađivanja. Ispitna sonda ugrije se do temperature 850 ± 5 °C i drži se 5 minuta u peći. Ugrijana sonda prebacuje se iz peći u sredstvo za gašenje kojem se mjeri sposobnost ohlađivanja. Za vrijeme ohlađivanja snimaju se

dvije tipične krivulje a to su promjena temperature i brzine hlađenja u središtu sonde s vremenom što je prikazano na slici 5.



Slika 4: Ispitna sonda ISO 9950:1995



Slika 5: Snimljeni dijagrami promjene temperatura-vrijeme (tamnija krivulja) i temperatura-brzina ohlađivanja

Iz krivulje promjene temperature (T) s vremenom (t) može se odrediti vrijeme za koje se dostiže odgovarajuća temperatura, npr. $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, $450\text{ }^{\circ}\text{C}$, $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Δt) odnosno izračunati srednja brzina (v_{sr}) za odgovarajući temperaturni interval ($\Delta T_{700-300}$), najčešće između 700 i $300\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Srednja brzina ohlađivanja (1):

$$v_{sr} = \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t} = \frac{\Delta T_{700-300}}{\Delta t_{700-300}} \quad [^{\circ}\text{C/s}] \quad (1)$$

Iz dijagrama promjene brzine ohlađivanja s temperaturom mogu se za bilo koju temperaturu odrediti brzine ohlađivanja, također se mogu razlikovati pojedine faze kod sredstava kod kojih dolazi do nastanka parnog omotača. Pored toga iz ovog dijagrama se može odrediti maksimalna brzina ohlađivanja. Ako se snimi krivulja ohlađivanja za mirnu vodu 18 °C i za odgovarajuće sredstvo, u odgovarajućem temperaturnom intervalu, tada se može odrediti intenzitet gašenja odnosno značajka H sredstva za gašenje prema izrazu (2):

$$H = \frac{\Delta t_{\text{mirne vode 18}^\circ\text{C 700-300}}}{\Delta t_{\text{sredstva 700-300}}} \quad (2)$$

3.2. Ispitne tekućine za hlađenje

Za ispitivanje sposobnosti ohlađivanja i određivanja utjecaja koncentracije na sposobnost ohlađivanja metodom ISO 9950 pripremljene su dvije formulacije vodomješivih sredstava za hlađenje a to su: F-EM BU i F-SINT B. Formulacija F-SINT B je sastavljena od sintetičkih komponenata i to površinsko aktivne tvari bez aromatske jezgre, korozijskog inhibitora koji je derivat kapronske kiseline, polimera i drugih potrebnih aditiva. Formulacija F-EM BU sadrži mineralno ulje parafinskog tipa s manjim sadržajem aromatskih ugljikovodika, površinski aktivne tvari koje imaju funkciju emulgiranja, sprječavanja korozije i boljeg prijanjanja te druge aditive.

Tablica 4: Oznake ispitnih uzoraka vodomješivih tekućina i koncentracije

UZORAK BR.	SREDSTVO ZA OHLAĐIVANJE	KONCENTRACIJA
41/07	sintetička tekućina	10 % otopina
42/07	"	20 % otopina
43/07	"	30 % otopina
44/07	emulgirajuća tekućina	10 % emulzija
45/07	"	20 % emulzija
46/07	"	30 % emulzija
50/07	sintetička tekućina	koncentrat
51/07	emulgirajuća tekućina	koncentrat

Ove formulacije su manje štetne za okoliš i zdravlje ljudi, jer ne sadrže dugo godina upotrebljavani aditiv na osnovi barija, koji se smatra štetnim, ali i druge komponente u skladu s najnovijim trendovima razvitka maziva za obradbu metala [7]. Od ovih tekućina koje se proizvode kao koncentratu upravljaju se s vodom radne emulzije i otopine različitih koncentracija. U tablici 4 navedeni su orijentacijski sastavi i oznake uzoraka ispitivanih tekućina.

4. Rezultati ispitivanja i rasprava

U tablici 5 prikazana su fizikalno kemijska svojstva koncentrata i odgovarajuće standardne metode ispitivanja. Ovi koncentratu se u primjeni miješaju s vodom pri

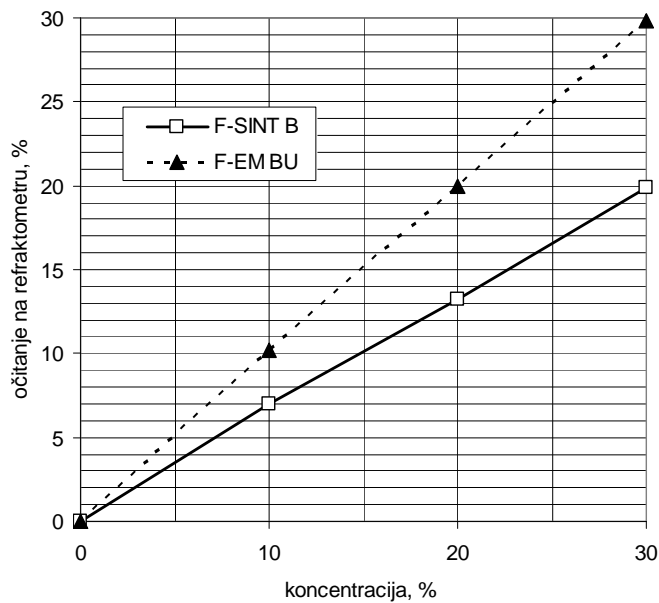
čemu nastaju emulzije, od formulacije F-EM BU odnosno otopina od formulacije S-SINT B. Vodenim tekućinama ispitana su osnovna fizikalno kemijska svojstva te svojstva pjenjenja i svojstva zaštite od korozije. Iz rezultata ispitivanja je vidljivo da obje tekućine imaju nisko pjenjenje te odlična antikorozijska svojstva i to već pri niskim koncentracijama (1,5 ili 2 %).

Tablica 5: Fizikalno kemijska svojstva tekućina za kaljenje i metode ispitivanja

FORMULACIJA	F-EM BU	F-SINT B
SVOJSTVA	emulgirajuća tekućina	sintetička tekućina
KONCENTRAT		
Izgled i boja, vizualno	bistra smeđa tekućina	bistra tamno žuta tekućina
Stabilnost, 4, 20, 50°C / 24 h, Interni test 1	stabilno	stabilno
Viskoznost, 40°C, mm ² s ⁻¹ , ISO 3104	62	60
SMJESA S VODOM, 5 % u omekšanoj vodi		
Izgled i boja, vizualno	bijela emulzija	prozirna otopina
pH-Vrijednost, ASTM D 1287	9,1	8,8
Rezerve alkalija, ASTM D 1221	1,8	9,2
Pjenjenje, Interni test 2		
Volumen pjene, ml	30	20
Stabilnost, nakon 5 min, ml	0	0
Korozijska svojstva		
Herbert test, 1,5 % konc., DIN 51360-01	R0/S0	R0/S0
Filtar papir test, 2 % konc., DIN 51360-02	0	0
SMJESA S VODOM, 30 % u omekšanoj vodi		
Izgled i boja, vizualno	bijela emulzija	prozirna otopina

Za ispitivanje svojstava ohlađivanja ovih vodomješivih formulacija priredili smo uzorke u tri različite koncentracije s omekšanom vodom. Za njih su određene i krivulje za praćenje koncentracije očitavanjem refraktometrom što je prikazano na slici 6.

Na slikama 7 i 8 dijagramski su prikazani rezultati mjerenja promjene temperature s vremenom za ispitivane uzorke. Iz dobivenih dijagrama izračunate su srednje brzine hlađenja za temperaturni interval 700 do 300 °C, a također je određena i značajka H pojedinih ispitivanih uzoraka čije vrijednosti su prikazane u tablici 6.

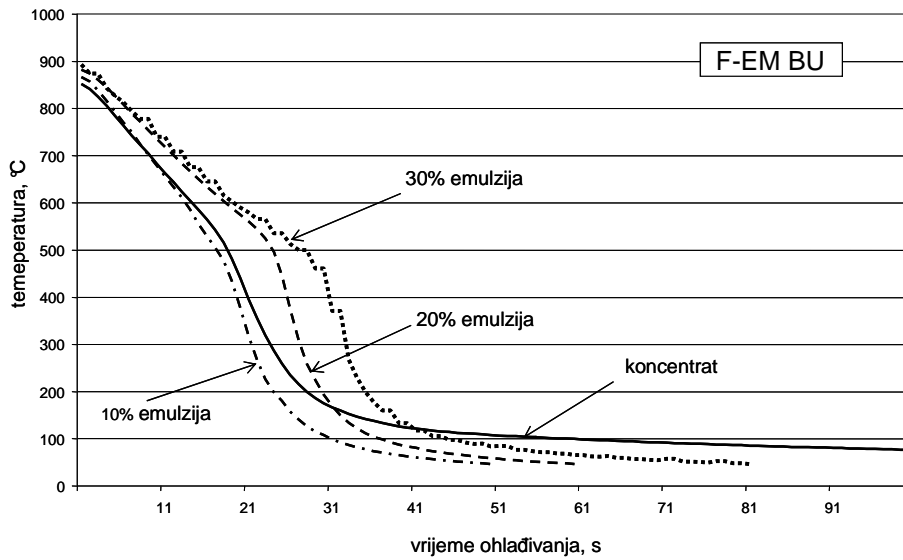


Slika 6. Odnos koncentracija ispitnih tekućina i očitavanja na refraktometru

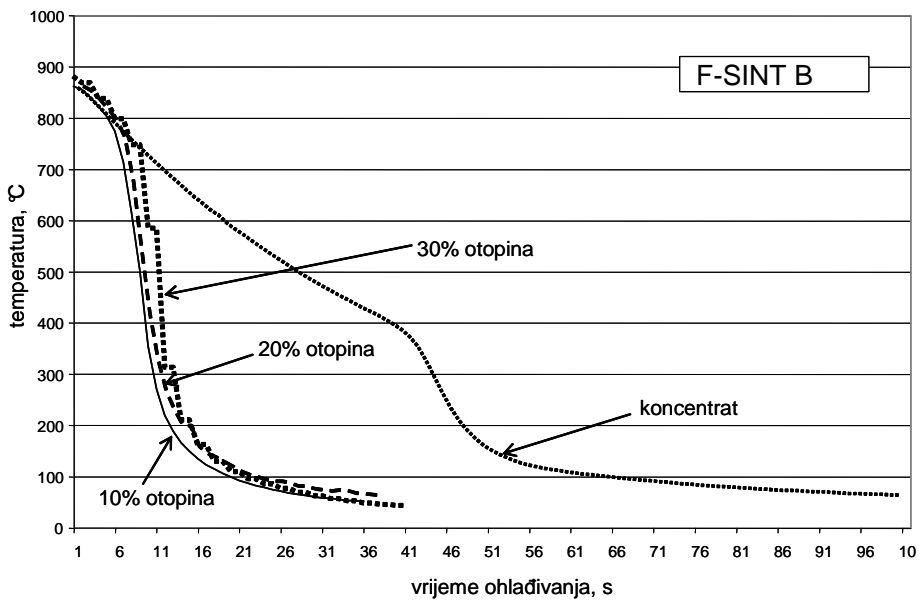
Tablica 6: Rezultati određivanja srednje brzine ohlađivanja i značajke H ispitivanih uzoraka

UZORAK BR.	Δt , s	v_{sr} , $^{\circ}\text{C/s}$	H
41/07	9	44	0,33
42/07	10	40	0,30
43/07	9	44	0,33
44/07	26,5	15	0,11
45/07	26,5	15	0,11
46/07	35,5	11	0,08
50/07	58	7	0,05
51/07	31	13	0,14

Prilikom ispitivanja tekućina F-EM BU dobivene krivulje ne pokazuju bitne međusobne razlike. Dodatno se može zaključiti da bi se njezina primjena trebala s pozornošću razmotriti jer se prilikom uranjanja ispitne sonde vrlo lako zapalila a također se stvarala velika količina pjene.



Slika 7: Dijagramski prikaz mjerena promjene temperature s vremenom ispitivanih uzoraka emulgirajućeg ulja F-EM BU



Slika 8: Dijagramski prikaz mjerena promjene temperature s vremenom ispitivanih uzoraka sintetičke tekućine F-SINT B

Iz slike 8 je vidljivo da je uzorak, koji ima najnižu koncentraciju, dao najstrmiju krivulju tj. najveću brzinu ohlađivanja dok je kod uzorka koncentracije 30 % najmanja brzina ohlađivanja.

Vidljivo je da je za tekućinu F-SINT B kod koncentracija otopine do 30 % neznatan utjecaj koncentracije na brzinu ohlađivanja. Može se primijetiti i da koncentracija otopine utječe na vrijeme ohlađivanja do temperature 700 °C. Jači utjecaj bi se mogao dobiti povećanjem koncentracije.

5. Zaključak

Ispitane su dvije vrste vodomješivih tekućina za hlađenje a to su emulgirajuća tekućina F-EM BU i sintetička tekućina F-SINT B. Priređeni su koncentri i smjese s vodom u različitim koncentracijama odnosno radne emulzije i otopine.

Za sve uzorke snimljene su krivulje hlađenja pomoću kojih su određene srednje brzine ohlađivanja i značajke H metodom ISO 9950. Iz dobivenih rezultata ispitanih uzoraka vidljivo je da se tekućinama različitih koncentracija i sastava značajno mijenjaju karakteristike bitne za sposobnost ohlađivanja. Tekućina F-EM BU nije dala zadovoljavajuće rezultate radi sklonosti zapaljenju.

Temeljem dobivenih svojstava pojedine koncentracije tekućine za hlađenje F-SINT B mogu se primijeniti za različite čelike a ovisno o njihovim svojstvima i specifičnim zahtjevima tražene kakvoće obratka. Osim toga ovo sredstvo ima znatnu prednost jer su čišći dijelovi i lakše pranje nakon obradbe a također je smanjena opasnost od požara.

Literatura

1. Liščić B., Stupnišek M., Cajner F., Filetin T., *Toplinska obrada*, Praktikum FSB, Zagreb, 1991.
2. ISO 6743 – 14, Lubricants, industrial oils and related products (class L) – Classification- Part 14: Family U (Heat treatment), 1994.
3. Drayton PACS Quenchmaster Reports, www.dpacs.co.uk
4. Mac Kanzie D. S., Selection of Quench Oils, Houghton International, Valley Forge PA
5. Beitz T., Substitution of quenching oils with high risk of fire to waterbased quenchants without flames and fumes, 15. IFHTSE & 20 SMT, Beč, 2006.
6. Chan Ka Man C., Heat Treatment of Mould, Feb 2001., [rpdr.ic.polyu.edu.hk /content/hot_metal_process/heat_treatment1.htm](http://rpdr.ic.polyu.edu.hk/content/hot_metal_process/heat_treatment1.htm)
7. Rocker M., VKIS-VSI-Komponentenliste für KSS nach DIN 51385, 13th International Colloquium Tribology, Bartz, W. ISBN 3-924813-48-5, pp 749-754, TAE 2002.
8. Felde I., Reti T., Segerberg S., Bodin J., Totten G.E., Characterization of quenching performance by using computerized procedures and data base of heat treatment processes, IFHTSE 2001.
9. ISO 9950 Industrial quenching oils - Determinations of cooling characteristics- Nickel-alloy probe test method, 1995.

UDK	kjučne riječi	key words
621.785.56.065	emulzije za kaljenje uranjanjem	emulsions for immersion hardening
621.785.616	kaljenje čelika radi postizanja martenzitne strukture	martensitic quench hardening of steel
665.7.032.52	naftni i slični produkti sintetskog porijekla	petroleum and related products of synthetic base
.001.37	gledište komparativne evaluacije	comparative evaluation viewpoint

Autori

Ljiljana Pedišić¹, Božidar Matijević², Jasminka Munić¹

¹MAZIVA-ZAGREB d.o.o., član INA Grupe, Radnička cesta 175, Zagreb

²Fakultet strojarstva i brodogradnje, Ivana Lučića 5, Zagreb

Primljeno

08.7.2008.