

# Uporabne lastnosti superzlitine Ravloy 4

## Application Properties of Ravloy 4 Superalloy

R. Ferlež, *Železarna Ravne, Ravne na Koroškem*

Superzlitina Ravloy 4 je austenitna zlitina in spada v skupino nikljevih zlitin. Zlitine tega sistema imajo odlične mehanske lastnosti pri povišanih temperaturah ter dobro korozijsko in oksidacijsko obstojnost.

Uporabna je v redukcijskih in oksidacijskih medijih, predvsem v raztopinah žveplene in fosforne kisline. Uporablja se za aparature v kemiji in za druge inštrumente, za petrokemijsko industrijo, nuklearno tehniko itd.

V tem delu je predstavljena visokotemperaturna oksidacijska in korozijska obstojnost ter mehanske lastnosti pri povišanih temperaturah.

### 1 Uvod

Superzlitina Ravloy 4 spada v skupino nikljevih zlitin. Karakteristično za zlitine tega sistema je dobra korozijska odpornost v vodi, odlična trdnost in oksidacijska odpornost v visokotemperaturnih atmosferah. Visoka vsebnost niklja daje tem zlitinam v primerjavi z nerjavimi jekli še boljše korozijsko odpornost predvsem proti kloridnim ionom, ki povzročajo različne oblike korozije. Na visokih temperaturah daje krom odpornost proti oksidaciji, kombinacija Ni-Fe-Cr pa dobro trajno trdnost. Te karakteristike dajejo tem zlitinam široko uporabnost torej tudi povsod tam, kjer so prisotne visoke temperature.

Superzlitina Ravloy 4 je austenitna, oksidacijsko in korozijsko obstojna zlitina. Uporabna je v redukcijskih in oksidacijskih medijih, predvsem v raztopinah žveplene in fosforne kisline. Uporablja se za kemijske aparature in inštrumente, v petrokemijski industriji, nuklearni tehniki itd.

Povzeta je po standardu oz. predpisu firme INCO (INCOLOY ALLOY 825) z naslednjo orientacijsko kemijsko sestavo v % (tabela 1).

Tabela 1. Kemijska sestava INCOLOY ALLOY 825 v %.

C	Si	Mn	Mo	Cr	Fe
0.05	0.5	1.0	2.5	19.5	ost.
Ni	Ti	Al	Cu	S	
38.0	0.6		1.5		
46.0	1.2	0.2	3.0	0.03	

Kriterij za uporabnost zlitine so mehanske lastnosti  $R_{p0,2}$ ,  $R_m$  in  $A$  pri sobni temperaturi v gašenem stanju. Vzorci za raziskavo so bili gašeni iz temperature 1090°C — zrak.

Izdelali smo zlitino z naslednjo kemijsko sestavo v % (tabela 2).

Glede na zgoraj omenjene uporabne lastnosti smo zlitino preizkušali na:

- visokotemperaturno korozijo,

Tabela 2. Kemijska sestava superzlitine Ravloy 4 v %.

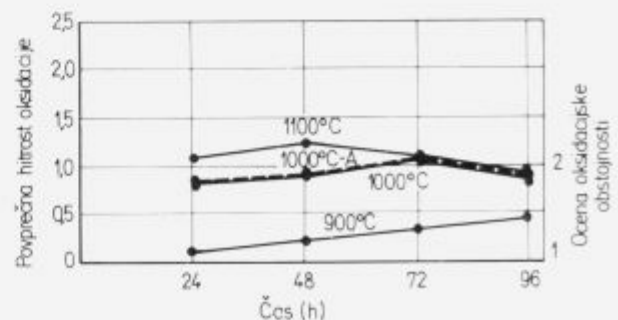
C	Si	Mn	Mo	Cr	Fe
0.04	0.48	1.01	3.33	22.8	26.9
Ni	Ti	Al	Cu	S	
41.75	0.85	0.17	2.26	0.004	

- korozijo v vodnih raztopinah kislin,
- mehanske lastnosti pri visokih temperaturah.

### 2 Visokotemperaturna korozija

Oksidacijsko odpornost superzlitine Ravloy 4 smo ugotavljali pri 900, 1000 in 1100°C. Čas preizkušanja je bil 24, 48, 72 in 96 ur. Zanimalo nas je, kakšna je oksidacijska hitrost, če vzorec predhodno segrejemo na določeno temperaturo, zadržimo ustrezen čas, ohladimo in nato ponovno segrejemo. Za ta poizkus smo si izbrali temperaturo 1000°C (na sliki 1 označena s 1000°C-A). Vzorce smo na tej temperaturi zadržali dve uri. Po dveh urah smo jih ohladili na zraku, nato pa jih ponovno segreli in zadržali na 1000°C 24, 48, 72 in 96 ur.

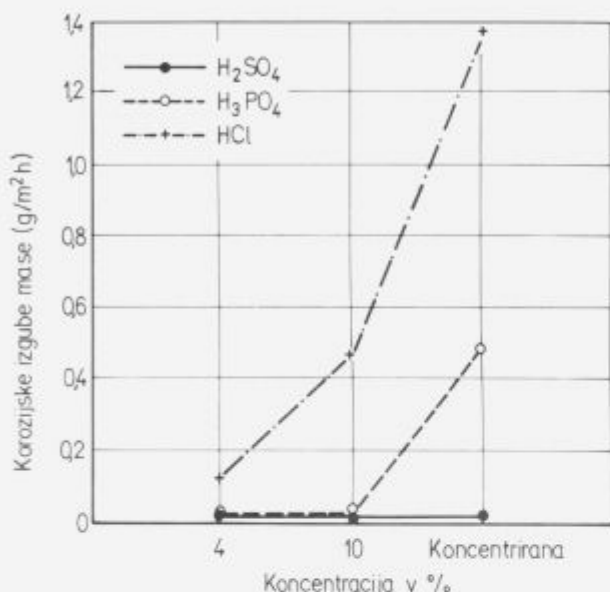
Rezultati visokotemperaturne korozije so podani na sliki 1.



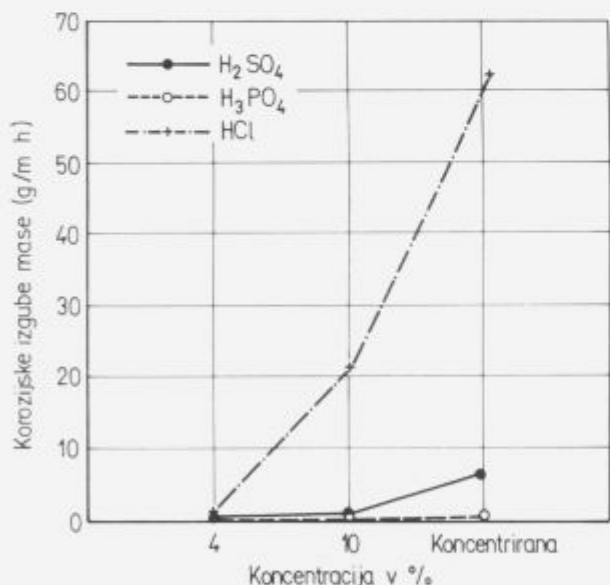
Slika 1. Visokotemperaturna korozija.

### 3 Korozija v različnih raztopinah

Korozijsko obstojnost superzlitine Ravloy 4 smo ugotavljali v koncentriranih  $H_2SO_4$ ,  $H_3PO_4$ ,  $HCl$  ter njihovih 4% in 10% vodnih raztopinah pri sobni temperaturi in pri  $100^\circ C$ . Poizkusi so bili izvršeni na toplotno obdelanih vzorcih. Rezultati poizkusov korozijske obstojnosti so podani na slikah 2 in 3.



Slika 2. Korozija v raztopinah pri  $20^\circ C$ .



Slika 3. Korozija v raztopinah pri  $100^\circ C$ .

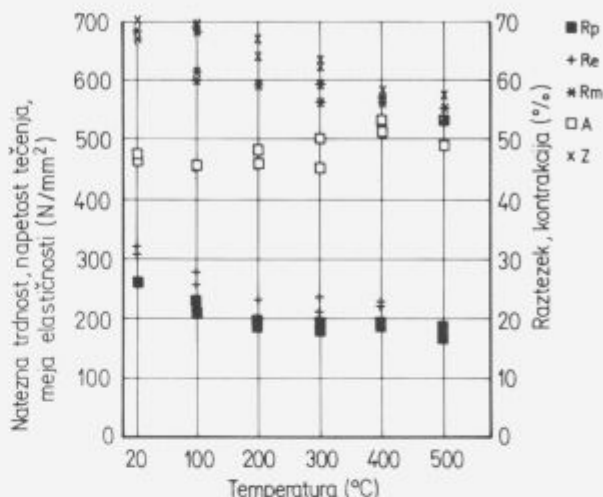
### 4 Mehanske lastnosti pri visokih temperaturah

DIN 17754 predpisuje za to kvaliteto naslednje mehanske lastnosti pri sobni temperaturi:

$R_m$ ( $N/mm^2$ )	min 590
$R_{p0,2}$ ( $N/mm^2$ )	min 220
$A$ (%)	min 30

V Železarni Ravne smo izdelali preizkušance za natezni preizkus pri povišanih temperaturah. Določevali smo  $R_{p0,2}$ ,  $R_e$ ,  $A$  in  $Z$  pri sobni temperaturi,  $100^\circ C$ ,  $200^\circ C$ ,  $300^\circ C$ ,  $400^\circ C$  in  $500^\circ C$ .

Rezultati merjenj so prikazani na sliki 4.



Slika 4. Mehanske lastnosti pri različnih temperaturah.

### 5 Zaključek

Superzlitina Ravloy 4 je nikljeva zlitina legirana z železom, kromom, molibdenom in bakrom. Njena uporaba je zelo razširjena. Izdeluje se v obliki palic, pločevine in trakov, odlitkov itd.

Oksidacijska odpornost pri temperaturah  $900$  in  $1000^\circ C$  je dobra. Debelina oksidne plasti raste s temperaturo in časom. Hitrost oksidacije pa se upočasni, kar je normalno za primere, ko nastanejo ustrezne oksidne plasti.

Zlitina je dobro korozijsko obstojna v fosfori kislini in delno v žvepleni, ni pa v vreli koncentrirani žvepleni ter v vodnih raztopinah klorovodikove kisline pri večjih koncentracijah.

S kovanjem in toplotno obdelavo dosežemo pri tej zlitini lastnosti, ki jih predpisuje DIN. V dosedanjih preizkusih pa nismo uspeli doseči napetosti tečenja, ki jo zahteva za to vrsto zlitine firma INCO.

Na osnovi naših raziskav in podatkov iz literature sklepamo, da je zlitina Ravloy 4 primerna za izdelavo aparatur v kemiji. Za merilne instrumente in za uporabo v različni kemični procesni tehniki.

### 6 Literatura

- 1 Ferenc Sebenji, Lajoš Hakl: "Korozija metala u teoriji i praksi", Tehnička knjiga, Beograd 1980
- 2 Sreten Mladenović: "Korozija materiala", Tehnološko-metalurški fakultet Beograd, 1978
- 3 Sreten Mladenović: "Special issue on heat-resisting steels and superalloys", The Iron and Steel Institute of Japan, Tokio, 1978
- 4 Navotnik Gabrijela: "Temperaturno obstojne zlitine", Naloga za nagrado Železarne Ravne, 1988
- 5 Borivoj Šuštaršič: "Določanje mehanskih lastnosti pri povišanih temperaturah v laboratoriju Železarne Ravne", Strokovni elaborat, 1969
- 6 Antonija Šegel: "Korozija jekel", Strokovni elaborat, Interno poročilo ŽR, Ravne 1969
- 7 Inco Alloys International