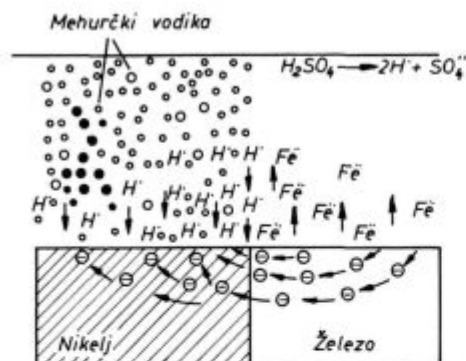


Korozija jekel

Podane so osnove teorije o koroziji v elektrolitih, našteti vplivi zunanjih in notranjih faktorjev, ki vplivajo na korozijo, omenjeni so tipi korozije in njihov vpliv na mehanske lastnosti preizkuševalcev. Prikazan je vpliv posameznih legirnih elementov na korozijsko obstojnost jekla s posebnim poudarkom na nerjavečih jeklih. Opisana je plinska korozija.

Že leta 1823 je švicarski znanstvenik De la Riv ugotovil, da je korozija kovine v elektrolitih rezultat dela mnogih mikroskopsko majhnih in kratko spojenih galvanskih elementov na kovinski površini. Ta predpostavka tvori osnovo današnje teorije o koroziji kovine v elektrolitih.

Oglejmo si to na praktičnem primeru! Predpostavimo, da je železo skupaj z nikljem potopljeno v raztopino žveplene kisline, ki je dober prevodnik elektrike (slika 1). Ker je potencial železa negativnejši od potenciala niklja, bo železo kot anoda tega galvanskega para pošiljalo ione v raztopino. Elektroni, ki so se pri tem osvobodili, prehajajo k površini niklja, kjer se spajajo z ioni vodika v raztopini. V nadaljevanju procesa se nastali atomi vodika spajajo v molekule, ki v obliki mehurčkov izhajajo iz raztopine. Ta proces lahko poteka toliko časa, dokler se železo popolnoma ne raztopi.



Slika 1

Proces raztapljanja železa ali galvanski člen dveh kovin

V gornjem primeru torej tvorita galvanski člen dve dotikajoči se kovini. Prav tako pa dobimo galvanski člen tudi v primeru, če potopimo samo eno kovino v raztopino, ker ima kovina na raznih delih površine različne potenciale zaradi različne strukture legirnih komponent.

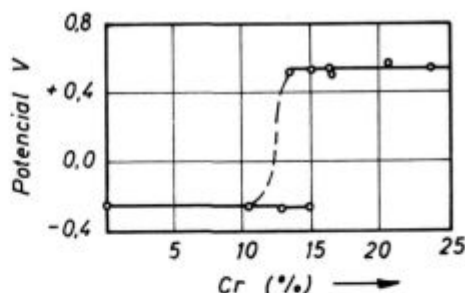
Pri korozijskih procesih igra zelo važno vlogo t. i. pasivacija. Pasivnost kovine razlagajo strokov-

njaki na različne načine. Če postane neka kovina korozijsko obstojnejša, kot to ustreza njenemu mestu v elektrokemični napetostni vrsti, označujemo to kot stanje pasivacije. Pasivno stanje nastopi v tistih medijih, v katerih morejo obstajati netopni produkti vzajemnega učinka kovine in medija. Pasivizirajoča prevleka zavira korozijo in preprečuje prehod kovinskih ionov v raztopino.

Krom se pasivira že pod vplivom zraka in obdrži na zraku svojo pasiviteto, zato mnoge predmete kromamo, da jih na ta način uspešneje zaščitimo pred korozijo. Če krom ne bi imel lastnosti samopasivacije, bi bil z ozirom na svoj nežlahtni elektrokemični potencial veliko bolj izpostavljen koroziji kot železo.

Pojav pasivacije ni vezan samo na čisti krom, ampak tudi na njegove zlitine z železom, to so s kromom legirana jekla.

Korozijska obstojnost jekel v oksidirajočem mediju in obstojnost proti rjavenju se z rastočim dodatkom kroma do 12 % hitro povečuje, dodatek kroma preko 14 % pa le neznatno povečuje te lastnosti. Med lastnostmi v elektrokemičnem smislu ni prehoda, ker se potencial v območju legiranja med 12 in 13 % Cr spremeni skokoma. (slika 2).



Slika 2

Vpliv vsebnosti kroma na spremembo potenciala

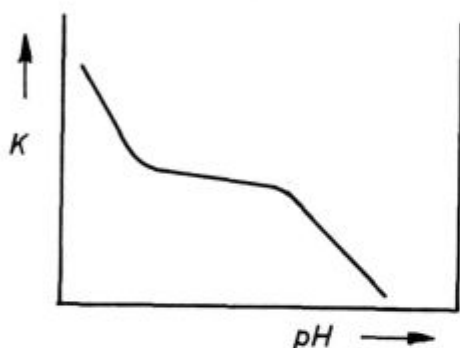
Treba je pripomniti, da ni merodajna analitsko dobljena vsebnost kroma, ampak le oni krom, ki se nahaja v trdni raztopini alfa in gama železa. Krom, vezan kot karbid, nitrid ali v drugi kemično vezani obliki, ne vpliva na pasivacijo jekla.

Korozijska obstojnost nerjavečih jekel ni odvisna samo od vsebnosti kroma, temveč tudi od oksidacijskih lastnosti agresivnih sredstev. V redukcijskih sredstvih je hitrost korozije velika. V slabo oksidacijskih sredstvih imajo s kromom legirana nerjaveča jekla v glavnem visoko korozijsko odpornost, v močno oksidacijskih sredstvih pa nerjaveča jekla izgubijo svojo korozijsko obstojnost. Ta

pojav je znan pod imenom »transpasivnost« in nastane kot posledica razpadanja oksidne prevleke v močno oksidacijskih sredstvih.

Pasivno ali aktivno stanje je odvisno tako od zunanjih, kakor tudi od notranjih faktorjev.

K zunanjim faktorjem spada sredstvo, ki obkroža kovino, na primer elektrolit (njegova sestava, temperatura itd.). Znano je, da ima v mnogih slučajih na hitrost korozije večji vpliv korozijsko sredstvo, kakor pa sestava ali stanje jekla. Izmenjava koncentracije vodikovih ionov v raztopini je eden od najznačilnejših faktorjev, ki vplivajo na hitrost korozije. S spreminjanjem pH se lahko spremeni celotni karakter procesa. Sprememba hitrosti korozije železa v odvisnosti od pH je shematsko prikazana na sliki 3. Tako vrsto krivulje dobimo samo v primeru, ako v raztopini ni kisline, ki bi lahko povzročila spremembo korozijske hitrosti, to se pravi zmanjšanje zaradi pasivacije ali povečanje zaradi depolarizacijskega delovanja elementa, ki povzroča korozijo.



Slika 3
Vpliv pH na hitrost korozije.

Prav tako povečuje korozijsko hitrost tudi gibanje korozijskega sredstva. (Slika 4). Z mešanjem korozijskega sredstva se olajša pristop kisika h korodirajoči kovini, zaradi tega je v raztopinah, ki se gibljejo, korozijska hitrost večja kot v tistih, ki mirujejo. Z nadaljnjim povečanjem hitrosti gibanja tekočine hitrost korozije pada, ker se s povečanjem dostopa kisika površina železa pasivira. Pri še močnejšem gibanju tekočine hitrost korozije ponovno naraste. To ponovno naraščanje



Slika 4
Vpliv gibanja korozijskega sredstva na hitrost korozije

krivulje je verjetno rezultat mehanskega uničevanja zaščitne kože na površini kovine.

Na hitrost korozije vpliva tudi temperatura korozijskega sredstva. Literatura navaja, da je korozijska hitrost največja pri 80° C. S povečanjem temperature se zožuje območje pasivnega stanja pri hkratnem povečanju korozijske hitrosti v pasivnem in aktivnem stanju, kar ima za posledico znatno zmanjšanje korozijske obstojnosti v oksidacijskih in redukcijskih sredstvih.

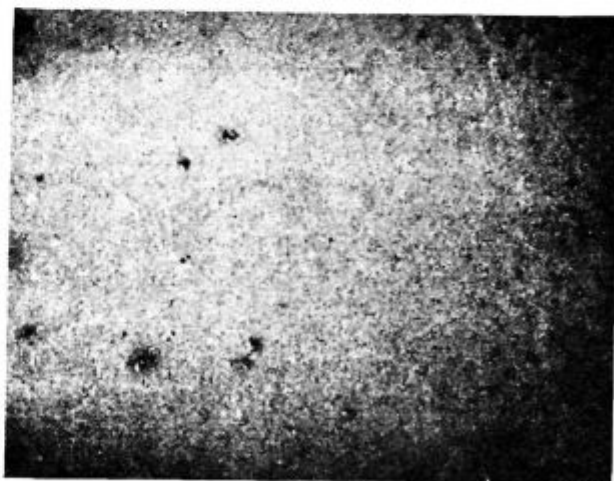
Korozijska obstojnost nerjavečih jekel v veliki meri zavisi od strukture. Pasivno stanje je popolno samo takrat, ako je zaščitna prevleka homogena po celi površini.

Površinske napake na jeklu kot n. pr. ostanki škaje, risi in podobne napake povečujejo vpliv korozije in so v mnogih primerih celo vzrok nastanka korozije. Smatra se, da za dosego pasivnega stanja in korozijske odpornosti najbolj ustreza struktura homogenih mešanih kristalov, pri katerih lahko zaradi homogenosti izključimo vsak vzrok za tvorbo lokalnih galvanskih elementov. Z ozirom na to lahko pričakujemo, da imajo največjo korozijsko odpornost homogena avstenitna in feritna jekla, pri čemer je morda treba dati prednost avstenitnim zlitinam, ki imajo gostejši razpored atomov v kristalni mreži.

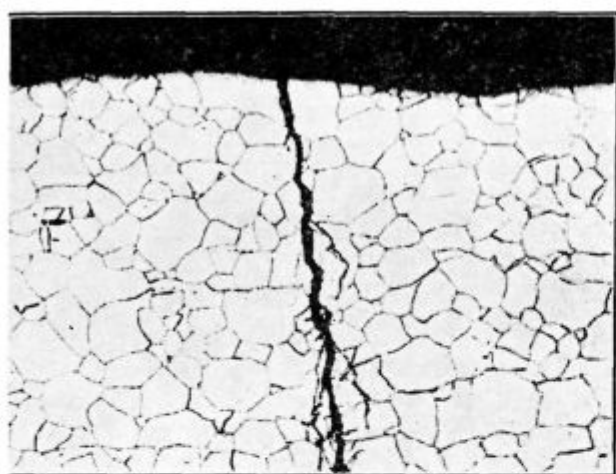
Pri koroziji kovin in zlitin se mehanske lastnosti zmanjšujejo glede na jakost in vrsto korozije.

Pri enakomerni koroziji se mehanske lastnosti ne menjajo znatno, ker se korozija širi enakomerno po celi površini. Zmanjšanje preseka zaradi korozije zahteva zmanjšanje skupne obremenitve, toda pri tem se ne spremeni niti natezna trdnost, niti meja plastičnosti.

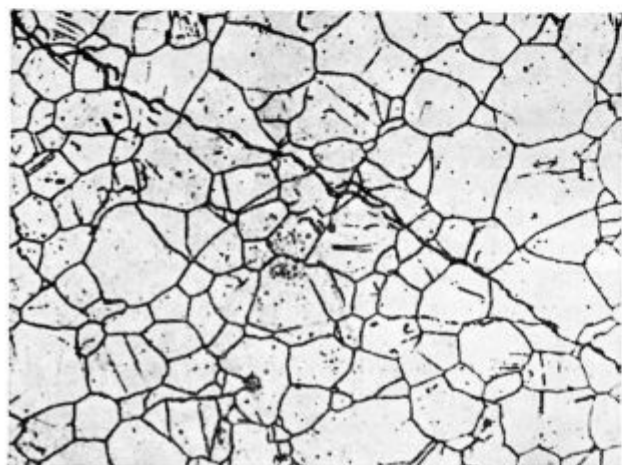
V ostalih primerih korozije material ne korodira po celotni površini, ampak se tvori majhne vdolbinice, ki delujejo kot razpoke in na ta način povečujejo napetosti. Pri pitting koroziji (slika 5) je ta učinek manj izrazit, ker nastale izjede zaradi zaobljenih vrhov ne delujejo kot razpoke. V primeru interkristalne



Slika 5
Pitting korozija



Slika 6
Interkristalna korozija



Slika 7
Napetostna korozija

(slika 6) in napetostne korozije (slika 7) so korodirane cone bolj podobne razpokam kakor pa jamicam, zaradi tega je koncentracija napetosti veliko večja, kar ima za posledico, da zmanjšanje trdnosti ni proporcionalno zmanjšanju preseka. Mehanske lastnosti (posebno razteznost) se znatno poslabšajo in sicer toliko bolj, kolikor je razpoka ostrejša. Pri enakomerni koroziji zmanjšanje preseka prav malo vpliva na trdnost kovine, medtem ko se pri interkristalni koroziji ta vpliv močno poveča. Čeprav je količina razpadle kovine pri enakomerni koroziji največja, ker poteka po celotni površini, se vseeno to dogaja v tankem sloju. Povsem nasprotno pa je v primeru interkristalne in napetostne korozije, pri katerih se celotni proces dogaja v malih področjih (po kristalnih mejah ali drsnih ravninah), pri tem pa korozija prodre globoko v jeklo.

V tabeli I je prikazan vpliv korozije na mehanske lastnosti, če predpostavimo, da lahko pri konstantnih pogojih korozije ista zlitina korodira na vse načine.

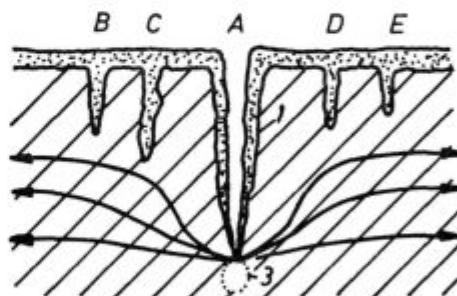
Tabela 1 — vpliv korozije na mehanske lastnosti

Vrsta korozije	izguba teže v %	globina porušitve v %	padec lastnosti v %		
			natezna trdnost	meja plast.	raztezek
enakomerna	1,0	1	1	1	1
pitting	0,7	5	7	5	15
interkristalna	0,2	15	25	20	80
napetostna	0,1	100	100	100	100

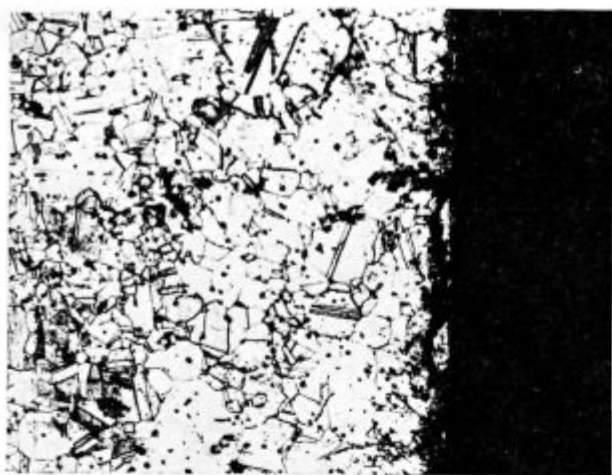
Znano je, da se trdnost tiste kovine, ki je izpostavljena delovanju korozije ali adsorpcije, bistveno razlikuje od trdnosti one kovine, ki jo obdaja neaktiven medij. Razliko opazimo tako pri statičnih kakor tudi pri dinamičnih obremenitvah kovine. Hkratno delovanje korozije in mehanske obremenitve na kovino je znano pod imenom »korozijsko utrujanje«. Potek porušitve kovine kot posledico korozijskega utrujanja lahko razdelimo v inkubacijsko dobo nastanka razpok, nadaljnji razvoj teh razpok in končni lom jekla.

Inkubacijska doba kot primarni stadij korozijskega utrujanja je karakteriziran z lokalizacijo korozijskega procesa, ki ga povzroča vrsta fizikalnih in kemijskih faktorjev, kakor tudi površinske lastnosti, struktura jekla in agresivnost korozijskega medija. Lokalizacija korozijskega procesa in z njo povezane porušitve anodnega mikrovolumna na kovinski površini povzroča na tem mestu koncentracijo napetosti. V primeru povišanja mehanske obremenitve povzroča ta koncentracija napetosti lokalizacijo korozijskega procesa. Kolikor večje je število anodnih mikrovolumnov, toliko večja je možnost, da ti mikrovolumni prevzamejo vlogo klice za tvorbo razpoke.

Druga faza korozijske utrujenosti je širjenje površinskih razpok. Pri tistih korozijsko načetih površinah, ki imajo najmanjšo napetostno koncentracijo, se v razpokah ne izvrši nobena sprememba več. Ta mesta postanejo neaktivna, medtem ko se razpoke pri aktivno načetih mestih nadalje širijo in razvijajo. Mehanizem nadaljnega razvoja je prikazan na slikah 8 in 9. Utrujenostna razpoka A je prevzela vlogo napetostnega koncen-



Slika 8
Koncentracija napetosti ob razpoki

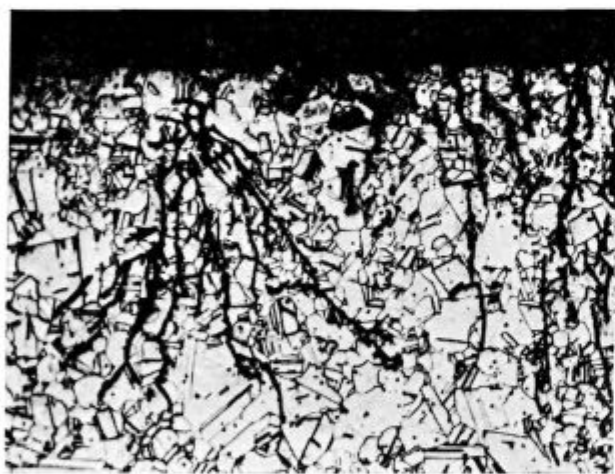


Slika 9

Razpoke na površini, ob katerih se koncentrirajo napetosti

tratorja in njen razvoj se nadaljuje, medtem ko so razpoke B, C, D in E v razbremenjenem območju in se s tem njihovo širjenje zavre.

Na število utrujenostnih razpok močno vpliva agresivnost korozijskega sredstva. Preiskave so pokazale, da je število korozijskih centrov in iz njih izhajajočih razpok za toliko večje, kolikor je višja agresivnost medija. Pri korozijski utrujenosti v visoko agresivnih medijih in pri hkratnih nizkih obremenitvah lahko opazimo intenzivno razvejenost utrujenostnih razpok kot posledico enake hitrosti širjenja v dveh ali tudi več smereh (slika 10).



Slika 10

Utrujenostne razpoke ob koroziji v agresivnih sredstvih

Poleg sočasnega delovanja mehanskega in korozijskega faktorja pride med procesom korozijskega utrujanja do veljave tudi delovanje adsorpcije aktivnega medija. Z adsorpcijo se zniža prosta površinska energija kovin in zmožnost odpora proti mehanskemu delovanju napetosti tako, da nastane v zvezi z Rehbinderjevim efektom zagod-

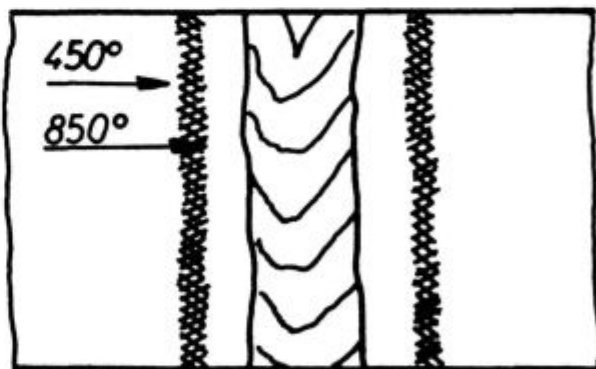
no delovanje medija. To zagodno delovanje medija predstavlja tretji stadij korozijskega utrujanja in končno porušenje jekla.

Iz analize elektrokemičnih pogojev sledi, da je pravi nastanek inter in transkristalno potekajočih razpok odvisen — poleg že prej omenjenega — tudi od strukture jekla. Znano je, da so pod določenimi pogoji podvržena interkristalni koroziji avstenitna, kakor tudi feritna in polferitna visoko kromova jekla.

Nagnjenost jekel k interkristalni koroziji je odvisna od pogojev toplotne obdelave, kateri so različni za avstenitna in za feritna jekla.

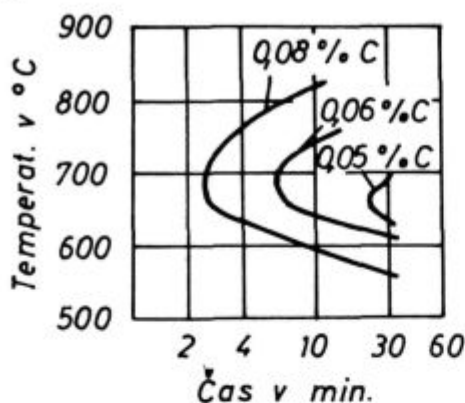
Feritna jekla postanejo nagnjena k interkristalni koroziji le po segrevanju in hitrem ohlajanju s temperatur nad $900-925^{\circ}\text{C}$. Minimalna kritična temperatura za feritna jekla je odvisna od vsebnosti kroma. Za jeklo z 22 % Cr znaša 900°C , za 25 % Cr 1000°C in z 27 % Cr 1100°C . Po počasnem ohlajanju s teh temperatur feritna jekla niso nagnjena k interkristalni koroziji. Pri feritnih jeklih se interkristalna korozija pojavi pri zvarjenih spojih v coni, ki leži neposredno poleg zvara, torej tam, kjer je bilo največje segrevanje in relativno hitro ohlajanje. Zmanjševanje nagnjenosti k interkristalni koroziji pri feritnih jeklih, ki so to nagnjenost že dobila, je mogoče doseči s segrevanjem v temperaturnem območju $780-850^{\circ}\text{C}$, pri čemer se izvrši izenačevanje koncentracije kroma po kovinskem zrnu zaradi difuzije.

Podobno kot pri feritnih se tudi pri avstenitnih jeklih pojavlja interkristalna korozija v zvarjenih spojih in pri nepravilni toplotni obdelavi. Pri varjenju se efekt interkristalne korozije pojavlja v osnovni kovini in to v coni, ki se je nahajala, pa čeprav zelo kratek čas, v intervalu kritične temperature v neki določeni razdalji od zvara, kjer nastanejo ugodni pogoji za tvorbo kromovega karbida. (Slika 11)



Slika 11
Interkristalna korozija ob zvaru

Vsebnost ogljika, ki preseže mejo svoje topnosti v avstenitu pri sobni temperaturi, znatno povečuje nagnjenost k interkristalni koroziji. Diagram na sliki 12 prikazuje čas pojava interkristalne korozije pri jeklih tipa 18-8 z različnim odstotkom ogljika.



Slika 12
Vpliv % C na interkristalno korozijo

S povečanjem velikosti zrn se tudi poveča nagnjenost jekla k interkristalni koroziji. Hladna in topla plastična deformacija pa znatno znižujeta hitrost interkristalne korozije.

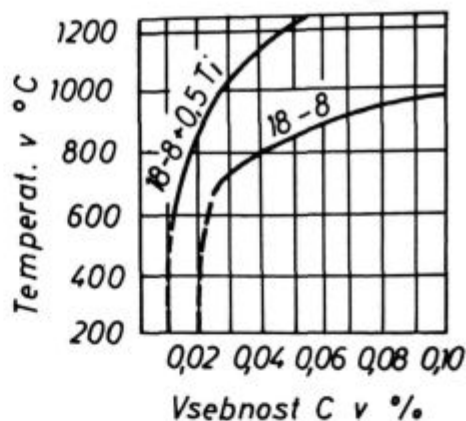
Velik vpliv na nagnjenost jekel k interkristalni koroziji kaže kemijska sestava avstenitne osnove.

Odstranjevanje ali zmanjševanje nagnjenosti avstenitnih jekel k interkristalni koroziji je mogoče doseči na več načinov, vendar dovolj učinkovitih in v praksi dostopnih je samo nekoliko. Vse te metode so osnovane na preprečevanju izločanja kroma. V praksi se uporabljajo štiri metode:

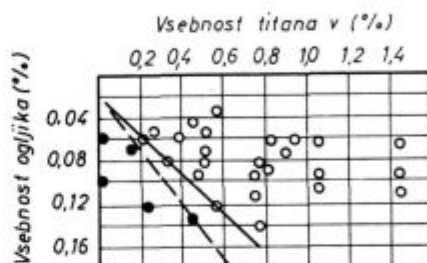
- preprečevanje interkristalne korozije avstenitnih jekel z zmanjšanjem odstotka ogljika do meje njegove topnosti pri sobni temperaturi t. j. do 0,02 — 0,03 %,
- preprečevanje interkristalne korozije avstenitnih jekel z dodatkom karbidotvornih elementov,
- preprečevanje interkristalne korozije z gašenjem avstenitnih jekel z visokih temperatur,
- preprečevanje interkristalne korozije z delno feritizacijo strukture.

Mejni odstotek ogljika je odvisen od kemijske sestave jekla. S povečanjem odstotka kroma ali z dodatkom molibdena se lahko poveča, pada pa pri povečanju odstotka niklja. Diagram na sliki 13 prikazuje raztop karbidov v odvisnosti od temperature za jeklo tipa 18-8 in jeklo 18-8 z 0,5 % Ti.

Z dodatkom karbidotvornih elementov (npr. titana, niobija in drugih) lahko avstenitnim jeklom močno zmanjšamo nagnjenost k interkristalni koroziji. Prisotnost titana in niobija dovoljuje, da se nekoliko poveča odstotek ogljika v jeklu, ne da bi se pri tem znižale njegove antikorozijske lastnosti. Vpliv odstotka ogljika in titana na nagnjenost jekla tipa 18-8 k interkristalni koroziji je prikazan na sliki 14.



Slika 13
Raztop karbidov v odvisnosti od vsebnosti ogljika in sestave jekla



Legenda:
● Jeklo je podvrženo interkristalni koroziji
○ Jeklo ni podvrženo interkristalni koroziji

Slika 14
Vpliv % C in % Ti na nagnjenost jekla 18-8 k interkristalni koroziji

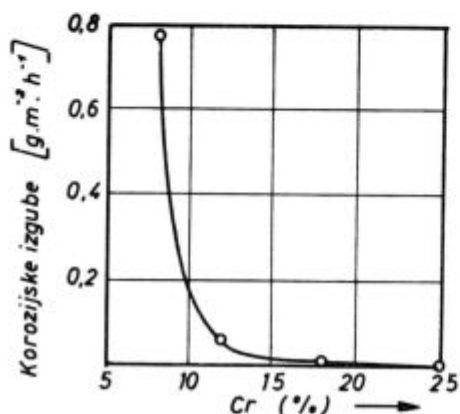
Pri jeklih, ki vsebujejo titan in niobij, je potrebno paziti na to, da se pri gašenju na avstenit ne segreva do previsokih temperatur, ker blizu točke taljenja specialni karbidi prehajajo v trdno raztopino. Raztopljeni ogljik se lahko pri naknadnem kratkotrajnem žarjenju pri nižjih temperaturah (600—700° C) izloči kot kromov karbid, kar povzroča interkristalno korozijo. Šele pri daljšem segrevanju na temperaturah nad 800° C se tvorijo posebni karbidi; zaradi tega se pri jeklih, ki vsebujejo titan, včasih poslužujemo stabilizacijskega žarjenja na temperaturi okoli 850—900° C, da bi se na ta način ves ogljik izločil v obliki titanovega karbida.

Ako segrevamo avstenitna jekla tipa 18-8 na temperaturo 1050—1150° C, kromovi karbidi prehajajo v trdno raztopino avstenita in se tudi pri hitrem ohlajanju na sobno temperaturo zadržijo v njem, kar občutno zmanjša nagnjenost jekla k interkristalni koroziji. Enak učinek dosežemo tudi pri ohlajanju na zraku z visokih temperatur. Ta način toplotne obdelave zagotavlja jeklom dobro korozijsko odpornost, prav tako pa tudi visoko plastičnost in žilavost.

Tudi z delno feritizacijo strukture je mogoče zmanjšati nagnjenost avstenitnih jekel k interkristalni koroziji. Pri sočasni prisotnosti ferita in av-

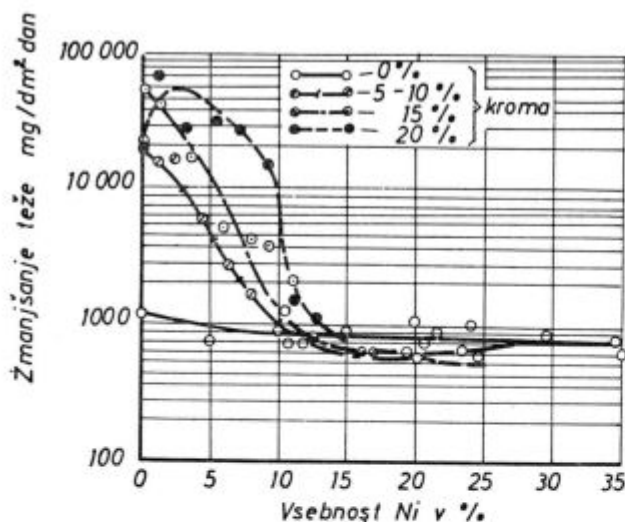
stenita so kristalne meje enih in drugih različno občutljive na različne pogoje toplotne obdelave. Na ta način se interkristalna korozija blokira ali z zrni ferita ali pa z zrni avstenita.

Diagram na sliki 15 kaže odvisnost korozijske hitrosti kromovih jekel od vsebnosti kroma v 65 % HNO_3 . Korozijska obstojnost kromovih jekel se z dodatkom niklja še poveča. Nikelj je namreč v žvepleni kislini zelo obstojen in to svojo lastnost prenese tudi na zlitine z železom. Na sliki 16 je prikazan vpliv niklja na korozijsko obstojnost Cr-Ni jekla v 5 % H_2SO_4 pri 30° C. Iz diagrama je razvidno, da približno do 10 % Ni nastopa neko izrazito poboljšanje. Nikelj pripomore k pasivaciji jekla, čeprav v znatno manjši meri kakor krom. Cr-Ni-jekla se uporabljajo v aktivnem, pasivnem in transpasivnem stanju, kar pa ne velja za kromova jekla, ki so v aktivnem stanju slabo odporna.



Slika 15

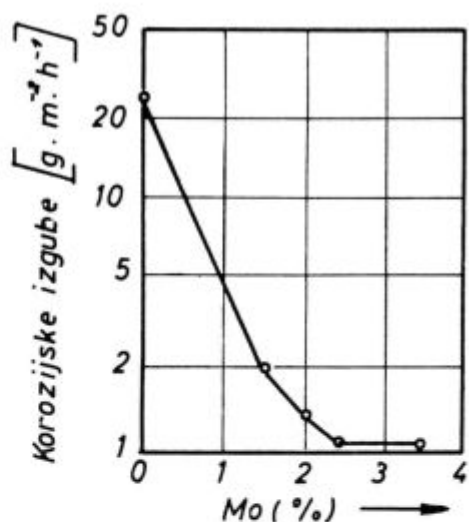
Vpliv % Cr v jeklu na korozijsko hitrost v 65 % HNO_3



Slika 16

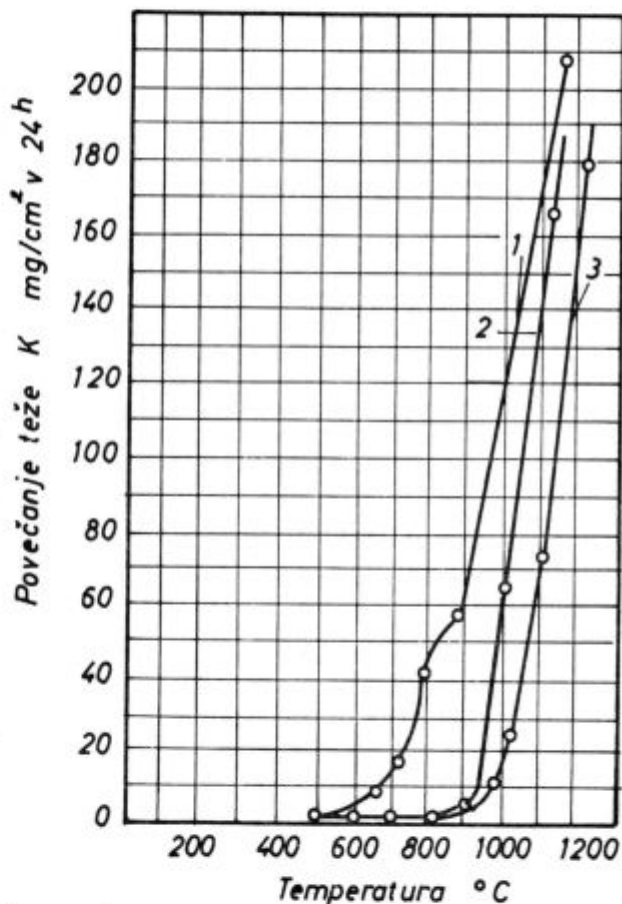
Vpliv % Ni v Cr-Ni jeklu na korozijsko obstojnost v 5 % H_2SO_4 pri 30° C

Korozijsko obstojnost nerjavečih jekel lahko še nadalje izboljšujemo z novimi legirnimi dodatki. Pri tem pride do izraza predvsem dodatek molibdena in bakra. Dodatek molibdena občutno poveča



Slika 17

Padec korozijskih izgub avstenitnega Cr-Ni jekla v 10 % H_2SO_4 pri 70° C ob različnih dodatkih molibdena



Legenda:

- 1-jeklo z 0,17 % C
- 2-jeklo z 0,32 % C; 1,3 % Si; 13 % Cr
- 3-jeklo z 0,12 % C; 18 % Cr; 8 % Ni

Slika 18

Vpliv temperature na oksidacijo površine

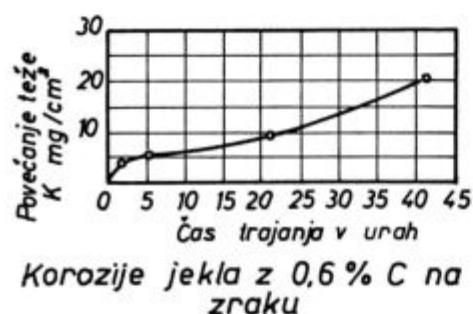
področje pasivacije. Poleg tega molibden laže tvori karbide kot krom, tako da v prisotnosti molibdena več kroma ostane v trdni raztopini, kar ugodno vpliva na povečanje korozijske obstojnosti kromovih jekel. Se večji pomen ima dodatek molibdena v avstenitnih krom-nikljevih jeklih, ker poboljša njihovo korozijsko obstojnost ne samo v pasivnem, ampak tudi v aktivnem stanju, pri čemer se vpliv molibdena bistveno razlikuje od vpliva kroma. Diagram na sliki 17 prikazuje padec korozijskih izgub v 10 % H_2SO_4 pri 70° C za avstenitno krom-nikljevo jeklo ob različnem dodatku molibdena.

Vpliv bakra na korozijsko obstojnost nerjavčih jekel je podoben nikljevega. Dodajamo ga le v posameznih primerih in to vedno v kombinaciji z molibdenom. Na ta način dosežemo pri krom-nikljevih jeklih bistveno izboljšanje korozijske obstojnosti predvsem v žvepleni kislini s srednjo in visoko koncentracijo.

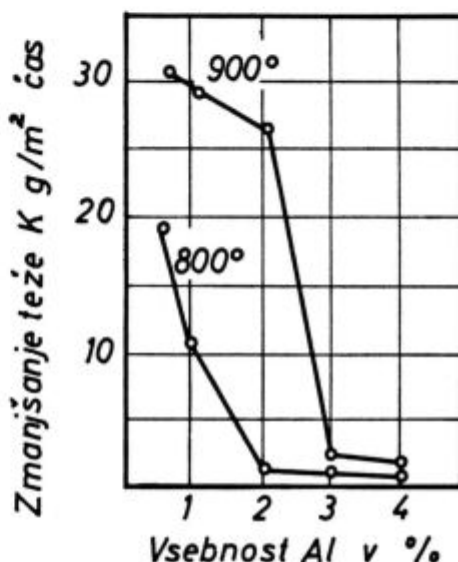
V novejšem času so v SSSR raziskali vpliv plemenitih kovin (predvsem paladija in platine) na korozijsko obstojnost nerjavčih avstenitnih jekel in ugotovili, da dodatek omenjenih elementov ugodno vpliva samo v slabih oksidacijskih sredstvih, ko je jeklo v aktivnem stanju.

Vse doslej smo govorili o koroziji in korozijski obstojnosti jekel v tekočinah. Posebno poglavje pri

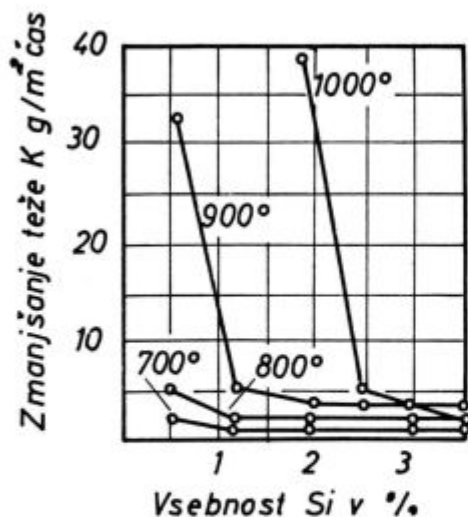
obravnavanju korozije železa in jekla pa obsega tako imenovana plinska korozija, ki nastane pod vplivom par in plinov. Armature peči, deli motorjev z notranjim izgorevanjem, pirometrске cevi itd., prav tako pa tudi kovine, ki so podvržene toplotni obdelavi, se pri povišanih temperaturah zaradi plinske korozije prekrijejo z oksidno plastjo — škajo. Na relativno nizkih temperaturah (od 200—300° C), se na železu že začne pojavljati vidna oksidna kožica in je vse tja do 600° C hitrost korozije sorazmerno majhna. Pri povišanih temperaturah hitrost korozije hitro raste, kar je odvisno od sestave kovine. Slika 18 prikazuje odvisnost plinske korozije jekla na zraku od temperature. Železov oksid, ki nastane pri temperaturi 600—800° C, ima zaščitne lastnosti in zavira nadaljnji proces oksidacije. Na sliki 19 lahko vidimo, da krivulja, ki predstavlja odvisnost hitrosti plinske korozije od časa pri temperaturi 800° C, na začetku hitro raste, nato pa je položnejša.



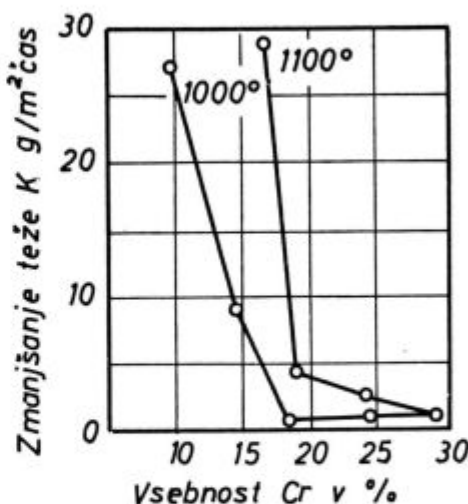
Slika 19
Vpliv časa pri 800° C na oksidacijo površine



Slika 21
Vpliv vsebnosti aluminija na toplotno stabilnost jekel



Slika 20
Vpliv vsebnosti silicija na toplotno stabilnost jekel



Slika 22
Vpliv vsebnosti kroma na toplotno stabilnost jekel

K plinski koroziji prištevamo tudi razogljčenje, ki ga v tem članku ne bomo obravnavali.

Na hitrost plinske korozije močno vpliva sestava atmosfere. Prav tako igra pri plinski koroziji zelo važno vlogo sestava korozijskih produktov in njihove zaščitne lastnosti. V tabeli II je prikazan vpliv atmosfere na hitrost plinske korozije jekla z 0,17 % C.

sestava atmosfere	povečanje teže v mg/cm ²
zrak	57,2
zrak + 2 % SO ₂	65,8
zrak + 5 % SO ₂ + 5 % H ₂ O	152,4
zrak + 5 % CO ₂ + 5 % H ₂ O	100,0

Povišanje odpornosti ogljikovih jekel proti oksidaciji pri visokih temperaturah dosežemo z dodatkom aluminija, silicija, kroma in niklja, ki imajo to lastnost, da se prevlečejo z zelo tankimi zaščitnimi kožicami. Vpliv vsebnosti silicija, aluminija in kroma na toplotno stabilnost jekel je prikazan na slikah 20, 21 in 22.

Dodatek aluminija in silicija jeklu, ki ne vsebuje drugih legirnih elementov, znatno poveča nje-

govo toplotno stabilnost, vendar pa je tako jeklo zelo krhko in ima slabo toplotno vzdržljivost. Z dodatkom omenjenih dveh elementov kromovim in krom-nikljevim jeklom pa dobimo zlitine z dobrimi mehanskimi lastnostmi, ki imajo poleg tega še dobro toplotno vzdržljivost. Za povečanje toplotne vzdržljivosti dodajamo jeklom tudi molibden in vanadij.

Literatura

1. G. T. Bahvalov, A. V. Turkovskaja: »Korozija i zaštita metala«, Beograd, 1949
2. D. Stanković: »Uticaj hemijskog sastava na korozionu otpornost hrom-nikl nerđajućih čelika« — Zaštita materiala, Beograd, 1965, 6—7.
3. D. Stanković: Metode borbe protiv međukristalne korozije nerđajućih hrom-nikl čelika — Zaštita materiala, Beograd, 1966, 2
4. F. Strojín: »Korozijska obstojnost nerjavećih avstenitnih in feritnih jekel« — Poročilo metalurškega inštituta v Ljubljani, Ljubljana, 1964, 10. 2—4
5. Herbert H. Uhlig: »The Corrosion Handbook«, John Wiley & Sons, Inc., New York 1953.
6. J. C. Hudson: »Sixth Report of the Corrosion Committee« — (The Iron and Steel Institute), London 1959
7. American Society for Testing Materials: »Symposium on Stress — Corrosion Cracking of Metals«, York, Pa., U.S.A., 1945

ZUSAMMENFASSUNG

Im Artikel sind im kurzen die theoretischen Grundlagen der Metallkorrosion in den Elektrolyten und die Einflüsse verschiedener äusserer und innerer Faktoren beschrieben. Im weiteren werden verschiedene Typen der Korrosion mit seinen Charakteristiken und dem Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften, so wie die Einflüsse

einzelner Elemente in der chemischen Zusammensetzung behandelt. Es ist eine Übersicht der Korrosionsbeständigkeit einiger typischen nichtrostenden Stähle gegeben. Und zuletzt sind noch die Eigenheiten der Gasskorrosion der Metalle beschrieben.

SUMMARY

The paper shortly deals with the basic theory on corrosion of metals in electrolytes and with the influences of various external and internal parameters. Further, different corrosion types with their characteristics, and their influence on mechanical properties are discussed, and the

influences of individual chemical elements in steel are still added. Simultaneously with the review of the corrosion resistance of various characteristic stainless steels, also characteristics of gas corrosion are described.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье кратко рассмотрены основные принципы теории о коррозии металлов в электролитах и влияния разных внешних и внутренних факторов. Приведены и рассмотрены также разные виды коррозии и их свойства; их влияние на механические

свойства сталей; влияние отдельных элементов химического состава сталей. Описана характеристика газовой коррозии и приведен обзор сортов нержавеющей стали которые обладают способностью коррозионной устойчивости.