

ČIŠČENJE PRED IN PO POBOLJŠANJU JEKEL V KALILNIH SOLEH

CLEANING OF STEEL BEFORE AND AFTER THERMAL TREATMENT IN SALT BATHS

Franc Legat¹, Miha Plut²

¹Zabreznica 36, 4274 Žirovnica, Slovenija

²Kajuhova 9, 4000 Kranj, Slovenija

Prejem rokopisa - received: 2001-01-10; sprejem za objavo - accepted for publication: 2001-05-03

Opisani so postopki čiščenja orodij in izdelkov, ki se toplotno obdelujejo v solnih kopelih. Obdelane so vrste in skupine jekel za različne namene uporabe: za vzmeti, cementacijo, izotermično kaljenje, za poboljšanje in brzorezna jekla. V drugem delu je opisano čiščenje ostankov kaljenja na površini kot priprava za galvansko obdelavo v raznih elektrolitih.

Ključne besede: termična obdelava, kemotermična obdelava, ogrevalne soli, čiščenje kaljencev, zaščita kaljencev

The cleaning of tools and products for thermal treatment in salt baths is presented. Steels for different uses: springs, case hardening, isothermal quenching, heat treatment and high-speed steels are described. The second part covers the cleaning of quenching residues, as a preparation for galvanic treatment in different electrolytes.

Key words: heat treatment, chemical surface treatment, heating salts, cleaning and protection of heat treatment specimens

1 UVOD

Osnovni namen termične obdelave je zagotoviti zahtevane lastnosti pri jeklu, njegovo trdnost in žilavost, včasih pa tudi povečano trdoto površine. Pri mehanski obdelavi se uporabljajo sredstva za mazanje in hlajenje, ki umažejo površino. Niso tudi redki primeri, da pride v toplotno obdelavo material, ki je korodiran.

Pomožna sredstva, ki se uporabljajo za mehansko obdelavo so zelo različna. Vijake izdelujejo iz žice, ki je predhodno zaradi vlečenja fosfatirana in naoljena z emulzijo. Ostanke obeh sredstev ostanejo vtisnjeni na površini. Razne drsne površine in osi pa so zaradi hlajenja ponavadi samo mastne in najslabše je, če so na njih rastlinska olja (na primer repično olje). Kot pomožno sredstvo pri izsekavanju se uporabljajo emulzije, ki se močno oprimejo korodirane površine. Pri špiralnih vzmeteh je treba misliti na fosfatno prevleko, smukec, razne stearate (kalcijev, cinkov in druge) in grafit. Verige oziroma njihovi členi imajo na površini ostanke škaje od kovanja, ki se lahko trdno drži površine. Razna orodja imajo površino zelo čisto in največkrat le rahlo namaščeno, kar ne pomeni večje težave pri čiščenju. Poznanje sestave zelo olajša čiščenje pred termično obdelavo, še posebno pa po njej.

2 ČIŠČENJE PRED TERMIČNO OBDELAVO

Pred termično obdelavo je treba predmete dobro očistiti in odstraniti mazivo, ostanke fosfatov, grafit in korozijske produkte. Neodstranjeno mazivo se na površini zapeče, poogleni in celo naogljíči jeklo. Ostanke korozije se pri povišani temperaturi tako spremenijo, da

jih je po toplotni obdelavi težko očistiti, možno pa je tudi, da korozijski ostanki površino razogljíčijo.

Poznana sta dva načina čiščenja: mehansko in kemično. Katerega bomo uporabili, je odvisno od kvalitete površine (zamazanost, korodiranost, mastnost), od velikosti predmetov (vijaki, orodja, vzmeti) in njihove količine. Včasih pa je treba uporabiti tudi kombinacijo mehanskega in kemičnega čiščenja.

2.1 Mehansko čiščenje

Mehansko lahko čistimo z drganjem, peskanjem in brušenjem.

Drganje se lahko opravi na več načinov, v bobnih in vibratorjih, odvisno od oblike predmetov. Kot čistilno sredstvo se uporabljajo keramična telesa različnih oblik in dimenzij, ki jih izbiramo po obliki obdelovancev. V vibratorjih se poleg keramičnih teles uporablja tudi različne detergente, ki so ponavadi alkalni. V bobnih se opravlja največ suho drganje, predmeti se medsebojno tarejo in s tem očistijo. Včasih se čiščenje ojači z dodatkom primerne peska. Na ta način se čistijo majhni predmeti iz pločevine, pa tudi večji npr. razne verige. S peskanjem se čistijo večji predmeti, ki so lahko tudi precej profilirani. Pri peskanju usmerimo kremenov pesek raznih granulacij ali jeklene šibre s komprimiranim zrakom na površino, ki jo čistimo. S čiščenjem, z brušenjem ali celo s poliranjem, ki pride v poštev predvsem pri orodjih, se da površino dobro očistiti in doseči tudi končne dimenzije. Po brušenju in poliranju se morajo predmeti ponavadi še kemično razmastiti, včasih celo v napravah z ultrazvokom.

2.2 Kemično čiščenje

Kemično čiščenje ima tri cilje:

- razmaščevanje
- odstranjevanje korozije in
- odstranjevanje maščobe in korozije.

Razmaščuje se z emulzijami, organskimi topili in alkalijami, ki so jim dodani detergenti. Poteka v kadeh pri temperaturi 80-90 °C in v napravah za brizganje, kjer je temperatura tudi nižja (ca. 60 °C). Masovne predmete - na primer vijake - se razmaščuje v bobnih in rotacijskih strojih z alkalijami. Redkeje se za razmaščevanje uporablja ultrazvočna naprava. Razmaščevanje z organskimi topili se uporablja v posebej zgrajenih napravah ali pa tudi ročno. Slednje se uporablja predvsem za enostavna orodja ter posamezne strojne dele.

Luženje se uporablja pred termično obdelavo samo v primeru, če je površina korodirana. Opravlja se v inhibiranih kislinah, največ klorovodikovi in žvepleni, pri sobni ali povišani temperaturi. Poseben primer je luženje, ko se na površini pojavi grafit, ki zelo otežuje termično obdelavo. Če pride do takega primera, je bolje, da se pred razmaščevanjem korozija odstrani mehansko.

3 TERMIČNA OBDELAVA

Vse večje zahteve kupcev po manjši masi izdelkov, močnejše obremenjene konstrukcije, varivost tudi pri večjih trdnostih, ekonomija prostora in transport terjajo izboljšanje mehanskih lastnosti jekel, trdnost, žilavost pri nizkih temperaturah, obstojnost pri dinamičnih obremenitvah in zadostno lomno žilavost. Hkrati pa še korozijsko obstojnost, odpornost proti obrabi in še posebne fizikalne lastnosti. V zadnjih letih je bila razvita vrsta jekel, ki se dajo poboljšati na različne načine. Poleg standardnega poboljšanja pridejo v praksi za povečanje trdnosti največ v poštevalni plastična predelava z velikimi energijami, termomehantična obdelava in utrditev z izločanjem. Za naše razmere je zelo zanimiva termomehantična obdelava, ki jo je mogoče izpeljati pred avstenitno premeno, med njo in po njej. Prvi pogoj za dobro opravljeno toplotno obdelavo je pravilno segretje na temperaturo toplotne obdelave, ki je posebno pomembno v tistih primerih, ko je temperatura temeljni pogoj kakovosti procesa, npr. normalizacija in kaljenje. Pomembna sta tudi čas in način segrevanja, ki morata zagotoviti pregretje in ravnotežno stanje. Segrevanje je lahko zvezno ali pa predgrevano v več stopnjah. Predgrevanje je obvezno pri segrevanju v solni kopeli. Celoten čas segrevanja je odvisen od oblike kosa, njegove velikosti, vrste jekla, vrste toplotne obdelave in vrste peči ali ogrevnega sredstva. Na temelju praktičnih izkušenj priporočajo za ogljikovo jeklo hitrost segrevanja 1 minuto za vsak mm premera ali debeline. Segrevanje v plamenski peči je hitrejše kakor v električni, najkrajše pa je v solni kopeli, kjer čas segrevanja traja le polovico časa segrevanja v električni peči. V rabi je vedno več avtomatiziranih peči, tudi celih linij za

poboljšanje raznih jeklenih izdelkov. Poseben postopek je medfazno izotermično poboljšanje. Pri tem se izdelki s kalilne temperature avtomatsko ohlajajo v kalilni soli AP 140.

Zaradi ekologije in varstva pri delu so se linije za toplotno obdelavo začele uspešno uveljavljati v sedemdesetih letih. Vendar izkušnje kažejo, da so za nekatere vrste jekla in posebne pogoje še vedno najboljše solne kopeli. Zanimiv je podatek, da je znano podjetje za specialne verige in opremo RUD v Nemčiji obnovilo svojo toplotno obdelavo tako, da je za polovico potreb v svojo kalilnico postavilo zopet solne kopeli z ustrezno čistilno linijo.

3.1 Soli za popuščenje in izotermično kaljenje

Nevtralne solne kopeli za temperature od 500 °C do 1050 °C so mešanice alkalijjskih in drugih kloridov in se uporabljajo za segrevanje na temperaturo kaljenja in za žarjenje za izotermne premene pri višjih temperaturah. Kopeli za popuščenje in izotermno bainitno spremembo za temperature od 150 °C do 600 °C so mešanice alkalijjskih nitratov in nitridov. Za hitroreznna jekla se uporablja vrsta kopeli: za predgrevanje (680 °C - 900 °C), za kalilno temperaturo (960 °C - 1300 °C), za kalilno-hladilno sredstvo (540 °C - 650 °C) in za popuščenje (500 °C - 780 °C).

Poznana sta dva postopka za kaljenje v solni kopeli. Po prvem ohladimo jeklo s temperature avstenitizacije v solni kopeli na temperaturo malo nad martenzitno točko, ga v kopeli zadržimo do izenačitve temperature po preseku, vendar manj časa, kot je treba za začetek premene v bainit, nato sledi ohladitev do sobne temperature. Po končni ohladitvi v solni kopeli je kaljenec brez velikih strukturnih in toplotnih napetosti. Pri končni ohladitvi v majhnem temperaturnem intervalu (200 °C - 300 °C) nastane martenzit, napetosti v kosu je malo in popuščenje včasih ni potrebno. Ta postopek je priporočljiv za občutljiva jekla, vendar le za kaljence manjših dimenzij. Po drugem postopku se kaljenci po avstenitizaciji ohlajajo v solni kopeli do bainitne strukture in nato v vodi. Postopek je primeren posebno za različne ploščate vzmeti.

3.2 Soli za cementiranje in karbonitriranje

Za površinsko utrjevanje se proizvajajo avtomatske linije, ki omogočajo cementiranje ali karbonitriranje v plinih z avtomatsko regulacijo potencialov, temperatur in mešanic plinov. Naprave so ekološko prijazne, procesi pa so bolj zapleteni in dražji, ker je draga nadomestitev izrabljenih delov. Solne kopeli pridobivajo znova na pomenu pri obdelavi posameznih kaljencev. Uporablja se vrsta soli, od nevtralnih do cianidnih. Prednost necianidnih soli je, da niso strupene, vendar niso najboljše, ker ne ogljičijo enakomerno. Druge in boljše soli temelje na alkalijjskih cianidu in cianatu.

Z uporabo soli je mogoče dosegati na površini konstantno količino ogljika, ki je odvisna od aktivatorja v soli. Poznane so tri vrste soli: najbolj pogosto se uporablja kopel, ki daje 0,8 % C v površini cementiranega izdelka. Ista kopel se lahko uporabi za karbonitriranje in tudi kot cianidna sol za žarjenje, kar je zelo racionalno. Delovna temperatura je med 850 °C in 950 °C, površina pa je obogatena z ogljikom in dušikom. Kopel ima nalogo, da izdelke segreje na delovno temperaturo in je vir ogljika. Proces obdelave se izboljša z dodatkom soli zemljoalkalnih elementov.

Po naogljčenju in kaljenju dobijo izdelki na površini trde (preko 60 HRC) in proti obrabi odporne plasti in žilavo jedro, ki doseže trdnost do 1500 N/mm². Mikrostruktura in kemična sestava naogljčene plasti zelo močno vplivata na lastnosti cementiranih izdelkov, npr. na površinsko trdoto, obrabno trdnost, dinamično trdnost in žilavost. Lastnosti se dosežejo s pravo vsebnostjo ogljika na površini in pravo globino difuzije. Tvorba martenzita je odvisna od temperature in od količine ogljika, raztopljenega v avstenitu. Pri jeklih z 0,7 % do 0,8 % C je konec martenzitne pretvorbe pod sobno temperaturo, ko nastane tudi zaostali avstenit. Naogljčenje jekel poteka pri 850 °C - 950 °C. Količina ogljika se prilagodi uporabi kaljenca in vrsti jekla, iz katerega je izdelan. Pri nelegiranih jeklih je vsebnost ogljika okoli 1 %, pri legiranih pa okoli 0,8 %. Soli so navadno dvokomponentne. Ogljično komponento se dodaja v določenih količinah v obliki cianida. Pri novih solih se učinkovitost ohranja z dodatki aktivatorja. Z novimi solmi se doseže na površini vsako željeno količino C od 0,5 % do 1,1 %. Uporabljajo se največ tri vrste soli, s katerimi se dosega 0,5 %, 0,8 % in 1,1 % ogljika. Sol z 0,5 % C se uporablja, če sta potreben položen gradient ogljika in dobra žilavost. Uporablja se v proizvodnji verig, kjer sta važna trdnost in raztezek pri dokaj visoki trdoti površine. Z naraščanjem ogljika na površini hitro padata trdnost in raztezek. Sol z 0,8 % C se je pokazala kot dobra za cementacijo legiranih jekel. Po cementaciji je mogoče direktno kaljenje s temperature ogljčenja. Na ta način je zmanjšano nastajanje zaostalega avstenita.

Prednosti novih soli so:

- 20-50 % manjša poraba soli v primerjavi s starimi vrstami, s tem tudi manjši odpadki soli
- lažje čiščenje po ohladitvi v olju
- proizvodni stroški so manjši za globino do 0,8 mm. Čas je sicer nekoliko daljši, vendar odpade ponovno segrevanje za kaljenje
- manjša možnost nastajanja razpok pri brušenju
- dobre sposobnosti brušenja, ker ni zaostalega avstenita in
- lahko skladiščenje. Ko vsebnost cianida v kopeli pade na 5-10 %, se lahko kopel uporabi za kaljenje ali žarjenje.

Kopel s soljo 1,1 % je primerljiva z visokoaktivnimi solmi, ki se uporabljajo za globoko cementacijo nelegiranih cementacijskih jekel. Tudi uporaba te soli je

enostavna. Po žarjenju nad 1 uro ni več naraščanja količine ogljika. Temperatura cementacije je močno vplivna. Vsebnost cianida mora biti v določenih mejah (okoli 10 %), da zagotavlja pričakovane rezultate. Pri dvigu temperature za 30 °C se globina cementacije poveča za okoli 20 %. Solna cementacija je posebno gospodarna za doseganje debeline naogljčene plasti do 0,8 mm. Kadar so potrebne večje globine naogljčenja, se uporabljajo jekla, ki imajo dodatke za ohranjanje majhnih zrn.

Tabela 1: Trdote najbolj uporabljanih jekel pri različnih temperaturah

Material	Ms(°C) Temp.	Trdota HRC po izot. kaljenju, °C			Debelina stene (mm)
		300	350	400	
CK 35	420	-	-	-	2
CK 45	350	-	50	42	3
CK 67	270	55	47	43	5
CK 75	240	57	51	44	5
CK 100	180	57	51	48	6
34 Cr4	360	-	-	38	15
25 CrMo4	400	-	-	33	9
42 CrMo4	330	47	42	35	8
50 CrV4	280	52	47	44	20
37 MnSi5	320	50	46	38	8
53 MnSi4	280	52	47	40	9
42 MnV7	300	52	46	39	10
30 SiMnCr 4	380	-	-	37	10
71 Si7	220	55	47	40	12
61 CrSiV6	260	55	47	41	25

Izdelek	Jeklo	Debelina (mm)	Trdota
Podložke	50 CrV4	2-5	45-50
Vzmetne podložke	CK 60	0,5-2	42-50
Varnostni obročki	CK 67	1-3	44-48
Puše	C 60	1-2	45-50
Zatiči	C 90	2-5	55-58
Pritrdila	CK 67	0,5-2	46-48
Blažilci	CK 75	ca. 1	46-48
Členi trakov	67 Si7 CK 75	1-1,5	46-50
Verižni spoji	CK 67-75	1-3	44-48
Pralni strojni elementi	C 55-80	0,5-2	40-50
Montažni sorniki	41 Cr4 50 CrV4	<5	54-57
Kronske matice	CK 45	<6	30-35
Rezilni nožki	CK 67	2-3	52-55
Členi za žage	CK 67	1-2	50-56
Vodila	CK 67	-3	42-48
Svedri z W-C	34 CrNiMo6 50 CrV4	<15	42-48

3.3 Soli za izotermično kaljenje

Izdelki so navadno iz vlečene žice ali hladno valjane pločevine. Kaljenje segrevamo v peči, lahko v klasični komori ali pretočni peči, ohlajanje pa je v soli pri temperaturi, ki je odvisna od sestave jekla, zahtevne trdote in vzmetne lastnosti. Po tem postopku se dosegajo najboljše lastnosti vzmeti, tudi časi obdelave so najkrajši, toplotna obdelava pa je najcenejša.

V **tabeli 1** so navedene trdote pri različnih temperaturah za najbolj pogosto uporabljana jekla in tista, priporočena za različne posamezne izdelke in debeline. Izdelki imajo zadostno žilavost in zdrže zahtevan upogib. Površina pred kaljenjem mora biti brez napak in rje.

3.4 Soli za toplotno obdelavo hitroreznih jekel

Sestava in mikrostruktura hitroreznih jekel sta zelo drugačna kot pri drugih jeklih. Vsebnost legirnih elementov je 20 do 30 %. Najpomembnejši element je volfram, skoraj vedno pa so legirani tudi Cr, V, Mo in včasih tudi Co. Legirni elementi, razen kobalta, tvorijo v jeklu zelo trde karbide in s tem povečujejo trdoto in ohranjajo rezilno sposobnost do temperature 600 °C. Zaradi nevarnosti razogljčenja in visokih temperatur je za ta jekla primerna toplotna obdelava v vakuumski peči, ki pa je draga. Za toplotno obdelavo hitroreznih jekel v solnih kopelih se uporabljajo tri vrste soli. Pri prvi skupini soli se jeklo segreje do okoli 500 °C. Namesto soli se lahko uporabi tudi klasična komorna peč, ki pa ima pomanjkljivost, da nastane na površini orodja oksidacijska barva. Orodje se zadrži na temperaturi toliko časa, da se pregreje. Druga stopnja predgrevanja do temperature 800-900 °C se lahko opravi samo v solni kopeli, ponavadi v peči, ki se ogreva preko transformatorja in elektrod. Soli se dodaja dodatek za preprečevanje razogljčenja. Pri orodjih, ki imajo velike preseke ali zelo razgibane oblike se uporablja še tretji način predgrevanja, temperatura orodja pa se dvigne na 1100 °C. Za to predgrevanje se uporablja peč enake konstrukcije kot za drugo predgrevanje. Za končno ogrevanje na kalilno temperaturo se uporablja sol, ki ima dodatke za preprečevanje oksidacije in kvarjenja obzidave peči. Sol je občutljiva za vlago, zato je treba biti na to pozoren pri izdelkih in okolici. Pri procesu nastaja dokaj močna megla, ki jo je treba odsesavati skozi odprtine, ki so napeljana v najmanj 3 metre visok dimnik. Čas zadrževanja orodja v solni kopeli je odvisen od premera orodja in od znižanja temperature po vložitvi vložka v peč. Prav zaradi temperaturnega znižanja je pomembno predgrevanje na 1100 °C. Če je predgrevanje le pri 900 °C, so ti padci preveliki.

Pravi izbor temperatur in časov v predgrevnih kopelih znižuje padce temperature in skrajša čas za končno segrevanje. Časi zadnjega segrevanja v kopeli pri 1200-1300 °C so navedeni v **tabeli 2**.

Tabela 2: Čas zadržanja v končni solni kopeli za različne premere kaljenca

Presek (mm)	Čas potapljanja v kopel (s)
50	60
100	70
200	90
400	115
800	160
1000	170

Za hlajenje se uporabljajo različna sredstva. Za boljša hitroreznega jekla je najbolj pogosto in primerno ohlajanje v tekoči soli v območju 500 °C do 580 °C. Ohlajanje na zraku vodi včasih do nezeželenega razogljčenja. Pri hlajenju v olju je treba misliti na deformacije in s pokanjem orodij. Po teh hlajenjih je treba kaljenje očistiti.

4 ZAŠČITA PO TOPLOTNI OBDELAVI

Po toplotni obdelavi jekla je treba kaljenje često zaščititi. Orodja, tudi krožne in listne žage, trdo kromirajo zaradi zmanjšanja obrabe. Včasih je trdo kromiranje kombinirano s termično obdelanim kemičnim nikljanjem, ki poveča enakomernost debeline in trdoto trdega kroma. Veliko toplotno obdelanih predmetov dekorativno kromirajo. Za spodnjo plast nanesejo svetli nikelj, bi-nikelj ali celo tri-nikelj. Za korozijsko zaščito termično obdelani material cinkajo in pasivirajo. Pogosto pa termično obdelane predmete tudi fosfatirajo ter oljijo in barvajo. Druge galvanske ali kemične zaščite se uporabljajo redko.

Pri termično obdelanem aluminiju se redko zahteva galvanska zaščita. V večini primerov je zadostna zaščita anodiziranje in redkeje kromatiziranje. Pred nanašanjem korozijske zaščite mora imeti predmet čisto površino, brez olja, brez umazanije in brez korozije, ki lahko nastane pri daljšem čakanju med termično obdelavo, kasnejšo mehansko obdelavo in zaščito.

Za grobo odstranjevanje korozije in umazanije so primerni vsi načini in preparati, ki se uporabljajo za čiščenje površine pred termično obdelavo, tudi luženje v kislinah. Proces čiščenja ne vplivajo na lastnosti termično obdelanih predmetov. Vendar pa je luženje škodljivo zaradi možnosti nastanka vodikove krhkosti. Zato mora biti kislina inhibirana. Grobo čiščenje zadostuje kot predhodna obdelava za fosfatiranje, ne pa tudi za galvansko obdelavo.

Za galvansko obdelavo pa je treba površino še elektrolitsko razmastiti v alkalnem mediju z dodatkom emulgatorja, kompleksanta in detergenta. Pri katodnem razmaščevanju je nevarnost zaradi nastanka vodika in vodikove krhkosti. Anodno razmaščevanje ne povzroča težav z vodikovo krhkostjo, vendar je manj učinkovito, kisik pa lahko povzroči rahlo korozijo površin. Optimalno je katodno-anodno razmaščevanje z menjanjem

polaritete. Poskusi in praksa so pokazali, da ta postopek ne povzroča vodikove krhkosti.

Dekapiranje se uporablja za nevtralizacijo po spiranju še rahlo alkalne površine. Uporablja se klorovodikova kislina (1:1), žveplova kislina (10-15 %) in le nekatere druge kisline, na primer tetrafluor borova kislina. Ker je proces zelo kratek, največ do 2 minuti, ne poškoduje kaljenca, čeprav praviloma kisline niso inhibirane.

Tako očiščena površina je primerna za galvanski nanos. Nekatera višje ali visoko legirana jekla je treba pred galvansko obdelavo aktivirati. Aktiviranje je potrebno zato, ker se jekla pri čiščenju prevlečejo s tanko oksidno plastjo, ki zmanjša adhezijo. Uporablja se več vrst aktivacij, od kemičnih, na primer topla klorovodikova kislina, do elektrokemičnih, kjer je predmet katoda. Kot elektrolit se uporablja cianidni nikljev preparat, ki je strupen in zato manj primeren od kislega preparata. Princip aktivacije je v tem, da elektrolit razvija na katodi prosti vodik, ki reducira oksidno plast na površini. Na reducirano površino pa se v zelo tanki plasti prime nikelj in jo zaščiti pred ponovno oksidacijo.

Opozoriti je treba še na nevšečnosti zaradi vodikove krhkosti. Ta ni pomembna pri dekorativnem in kemičnem nikljanju, čeprav pri slednjem tudi nastaja vodik. Problem pa je trdo kromiranje. Praksa je na primer pokazala, da se pri tračnih ali listnatih termično obdelanih žagah pojavlja lom. Tega preprečimo, če predmet po trdem kromiranju razvodičimo. Pametno pa je preveriti tudi, ali je že osnovni kos zaradi termične obdelave navodičen.

Na večji problem naletimo pri nanašanju cinka. Ta se na termično obdelane predmete, npr. vzmeti, podložke in podobno, nanaša iz cianidnih elektrolitov, iz necianidnih alkalnih elektrolitov in tudi iz kislinskih elektrolitov. Pri nanašanju cinka iz cianidnih in alkalnih elektrolitov se razvija veliko vodika, ki povzroči vodikovo krhkost.

Dodaten problem pa nastaja, ker se mora cink pasivirati, pri razvodičenju pa lahko propade kromatna prevleka. Praksa je pokazala, da poteka razvodičenje predmetov s plastjo cinka iz cianidnih in alkalnih elektrolitov lažje, kot pri predmetih, ki so cinkani v kislinskih elektrolitih. To si razlagamo s tem, da je plast cinka iz kislega elektrolita zaradi manjšega razvijanja vodika manj porozna od cinka iz alkalnih in cianidnih elektrolitov.

Zato se opravi razvodičenje alkalno in cianidno pocinkanih predmetov po končanem cinkanju. Predmete nato zopet aktiviramo v dušikovi kislini (0,5-1 %) ali v

klorovodikovi (1-2 %) ter jih kasneje kromatiramo v zahtevani pasivaciji. Pri kislino pocinkanih predmetih pa je praksa taka, da se predmete cinka največ do debeline 3-4 μm in se nato razvodiči. Nato se predmeti aktivirajo v klorovodikovi kislini (1-2 %), cinkajo do zahtevane debeline in normalno kromatirajo.

Poseben primer so termično obdelani aluminij in njegove zlitine. Kot razmastilno sredstvo se vedno uporablja slabo alkalni preparat. Pri tem se površina ne sme najedkati. Ker pa je na razmaščeni površini oksidna plast, ki dela težave pri anodiziranju in pri kromatiranju, jo je treba odstraniti z jedkanjem v kislinskih raztopinah ali pogosteje v močno alkalnih sredstvih. Kisla sredstva so mešanice žveplove, klorovodikove, fluorovodikove in kromove kisline. So precej strupena in ekološko neprijazna, zato se redko uporabljajo, še največ za aluminijeve zlitine, ki vsebujejo precej silicija. Alkalna jedkala so pogostejša in so na osnovi natrijevega luga z dodatki, ki preprečujejo tvorbo aluminatnega kamna na dnu posode. Elektrolitsko razmaščevanje se pri aluminiju ne uporablja. Kdaj se razmaščevanje lahko opusti, pa pokaže samo praksa. Če so predmeti predhodno polirani, pa se mora opustiti jedkanje.

Po predhodnih fazah obdelani predmeti se morajo dekapirati v dušikovi kislini. Koncentracija kisline je odvisna od aluminijeve zlitine. Čimbolj je površina legure po alkalnem jedkanju temna ali celo črna, tem močnejša mora biti koncentracija kisline (tudi do 35 %).

Tako predhodno pripravljene predmete nato anodiziramo največkrat v žveplovski kislini, lahko jih barvamo z anorganskimi postopki, organskimi barvili, v zadnjem času pa tudi z različnimi elektrolitskimi postopki z izmeničnim tokom. Na koncu pa je obvezno siliranje s kemičnimi postopki ali v vreli vodi, ali pa celo s hladnim postopkom.

5 SKLEP

Čiščenje pred toplotno obdelavo je zelo važno. Ostanke raznih olj ali soli za čiščenje niso sporni.

Namen članka je opozoriti uporabnike v kalilnicah, da so solne kopeli ekonomsko zelo ustrezne. Posebno pozornost zasluži izotermično kaljenje vzmeti, kjer v celoti odpade popuščenje in dobimo takoj že z ohlajanjem v soli potrebne lastnosti.

6 LITERATURA

¹ TECHNISCHE BLÄTTER 1985, DEGUSSA - HANAU