

# KRALJEVINA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA ZAŠTITU



INDUSTRIJSKE SVOJINE

RAZRED 12 (3)

IZDAN 1 JANUARA 1941

## PATENTNI SPIS ŠT. 16391

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, Frankfurt a. M. in Duisburger Kupferhütte, Duisburg, Nemčija.

Postopek priprave cinkovih spojin.

Prijava z dne 8. julija 1939.

Velja od 1. novembra 1939.

Kakor znano, se uporabljajo cinkove spojine najrazličnejše sestave v industriji v zelo obširnem obsegu, zlasti kot barvila, zdravila, v tekstilni industriji in industriji konzerviranja itd. Pogosto stavimo na tovrstne produkte najvišje zahteve glede čistoče, tako da moramo pri vsakokratnih produkcijskih postopkih ali izhajati iz drugih materialij, kakor najčistejše cinkove kovine, ali jih moramo obremeniti z obširnimi in dragocenimi čistilnimi operacijami.

Našli pa so, da lahko pridobimo na enostaven način visokovredne cinkove spojine iz cink vsebujočih tehničnih luž, če izhodne luže, ki lahko vsebujejo spojine alkalij, zemeljskih alkalij, magnezija in aluminija, pa tudi soli težkih kovin v manjših množinah, elektroliziramo napram živosrebrnim katodam in tako dobljeni cink-amalgam predelamo do cinkovih spojin; posebno prikladne izhodne luže so chlorid-razstoppine, ker dovoljujejo istočasno pridobivanje chlora kot stranski produkt. Doljeni amalgami imajo koristno tako majhno koncentracijo cinka, da so pri delovnih temperaturah dobro tekoči. Njih razkrajanje in s tem pridobivanje željenega cinkovega produkta se lahko izvede na primer z vplivanjem kislin ali pa s tem, da amalgame vklopimo kot anode in elektrolitično razkrojimo. Koristno pustimo amalgam krožiti med elektroliznim delom in razkrajalno aparaturo v neprekinjenem toku in uravnavamo hitrost razkrajanja tako, da se amalgam razkroji samo deloma in se ponovno dovede elektrolizi še cink vsebujoč.

Tehnični napredek postopka je v tem, da lahko proizvajamo iz nečistih in komplicirano sestavljenih cinkovih luž na enostaven način izredno čiste cinkove spojine, kakršne sicer lahko pridobivamo samo ob uporabi najčistejše cinkove kovine kot izhodne tvarine. Pot preko amalgama se izkaže kot avtomatična čistilna stopnja univerzalnega načina in visoke učinkovitosti. Daje približno isti efekt, kakor elektrolitična kovinska rafinacija, ne da bi bila občutljiva napram gotovim nečistočam, ki so za elektrolize cinka sicer karakteristične. Pri tvorbi amalgama se odločijo vsi spremljevalci cinka, ki so manj plemeniti od cinka, pri razkrajanju amalgama pa vsi plemenitejši spremljevalci. Če uporabljamo elektrolite oziroma razkrajalne kisline, v katerih so cinkovi ioni težko topki, tedaj dobimo med drugim nadaljnji čistilni efekt s tem, da držimo v raztopini najmanjše sledi nečistoč, ki so šle preko zapor pri tvorbi amalgama in razkrajanju amalgama. Tako lahko dobimo v enostavnih delovnih postopkih iz tehničnih cinkovih luž cinkove produkte, ki so pogosto spektroskopično popolnoma čisti in ne vsebujejo sledi nezaželenih anionov.

Nadaljnja prednost uporabe cinka v obliki amalgama napram uporabi cinkove kovine obstoja pri pridobivanju netopkih cinkovih spojin, na primer bazičnega cinkovega carbonata, v tem, da amalgam-anode ne nagibajo k temu, da bi postale pasivne.

V tokokrogu vodeni amalgam se obogati seveda onih nečistoč, ki soplemenitejše od cinka, tako da ga je treba od časa do časa

čistiti. Zato je lahko pogosto koristno, če vključimo predhodno enostavno čiščenje pred elektrolizno stopnjo. Večinoma se odločijo nečistoče kot trdne ali kašaste žlindre na živem srebru, ker so njih amalgami težko topki v živem srebru. Lahko jih prestrežemo potom vtopnih bran in jih nato dovajamo nadaljnji predelavi. Čiščenje se lahko vrši potom destilacije, potom izkuhanja s kislino ali na drug umesten način. Pri prikladnem delovnem načinu dobimo nečistoče v koncentrirani raztopini kovinskih soli, ki se predela zase. Da nam ni treba podvzeti prepogosto te čistilne operacije, je lahko umestno, da vključimo kako enostavno čiščenje luže pred elektrolizno stopnjo, na primer čiščenje s cinkovim prahom, pri čemer pa so potrebne primeroma samo majhne množine cinkovega prahu, in ni potrebno, da je odločenje tako popolno, kakor na primer pri običajnih cinkovih elektrolizah.

Postopek moremo izvajati na najbolj različne načine in za pridobivanje raznovrstnih najčistejših cinkovih spojin. Za pripravo cinkovega sulfata razkrojimo na primer elektrolitično dobljeni cink-amalgam z žvepleno kislino in predelamo tako dobljene luže do cinkovega sulfata. Razkranje amalgama se vrši umestno s pomočjo tako koncentriranih kislin, da je cinkov sulfat v njih primeroma le težko topak. Cinkov sulfat se tvori tedaj v obliki oborine neposredno v kislinah, ne da bi bil potreben uparilni proces za pridobivanje soli. Razen tega tedaj sulfat ne vsebuje več sedem, temveč samo približno eno molekulo kristalne vode; reakcijska hitrost je znatno ojačena. Stvorjeni cinkov sulfat moremo na primer z mešanjem lahko suspendirati v razkrajalni kislini in tako prevesti v posodo za vsedanje, v kateri sedimentira in ga lahko odtegnemo za nadaljnjo predelavo.

Koncentracijo razkrajalne kisline moramo v toliko držati v določenih mejah, v kolikor preveč razredčene kisline le počasi reagirajo, medtem ko se preveč koncentrirane kisline reducirajo do žveplovega vodika ter napadajo tudi živo srebro amalgama; tudi reakcijska temperatura ne sme biti previsoka. Umestno delamo z žvepleno kislino gostote 1,4 in pri 70—75°, vendar reakcijo lahko izvedemo tudi pri drugih temperaturah in gostotah kisline. Razkrajalno kislino lahko vodimo v krogotoku med reakcijsko posodo in posodo za vsedanje, pri čemer stalno kontroliramo njeno sestavo s pomočjo merjenj gostote in jo držimo z dodajanjem vode ali žveplene kisline na željeni vrednosti. Razkroj cinkovega amalgama umestno ne izvedemo

popolnoma, ker se sicer napade in sprašuje tudi živo srebro; poleg tega vsebuje cinkova sol tedaj merkurosulfat v večjih množinah. Nepopolno razcinkano živo srebro se zopet dovaja elektrolizi.

Da dosežemo po možnosti čim višjo reakcijsko hitrost, lahko razdelimo amalgam v razkrajalni posodi na tenke filme s tem, da ga pustimo na primer curljati preko navpičnih sten. Reakcijsko hitrost lahko povišamo tudi potom katalizatorjev, na primer s pomočjo mrež iz platina, ki so z amalgamom v električno prevodni zvezi. Poseben vpliv pa kaže gibanje amalgama; lahko ga proizvajamo na primer z mešanjem ali pa s tem, da izvedemo razkranje na primer v žlebu, ki je opremljen z valovnimi lomilniki, in skozi katerega hitro struji amalgam.

Za izvedbo postopka lahko uporabljamo različne aparature. Tako lahko vstavimo na primer kontinuirne vodoravne celice, pri katerih se prevede v neprekinjenem krogotoku živega srebra cink izhodnih luž v amalgam, in se isti v povratnem žlebu podvrže vplivu žveplene kisline. Smotreno reguliramo povprečno koncentracijo amalgama v krogotoku s hitrostjo, s katero se vrši pretakanje, ali pa delamo s slepim povratnim vodenjem amalgama, pri čemer se del amalgama celic, ki se da regulirati, zopet dovaja elektroliznemu, ne da bi prišel v dotiko z žvepleno kislino. Nadalje je koristno, da pustimo potom kisline deloma razcinkan amalgam teči med razkrajalnikom in elektroliznim delom skozi pralno cono, ki je ločena potom vtopnih bran, v kateri goni se amalgam v kontaktu z vodo, raztopino cinkovega sulfata ali drugimi prikladnimi pralnimi sredstvi, oprosti s seboj vzetih trdnih delcev cinkovega sulfata.

V razkrajalni kislini izpadlo in nato odloženo sol na primer centrifugiramo in na ta način ločimo od pretežnega dela kisline; vsebuje pa še vedno nekoliko prijemajoče se kisline, ki se lahko izžene obenem s kristalno vodo s kratkim segrevanjem na primer na 600°. Tako dobljeni sulfati so praškasti in popolnoma beli. Kažejo presenetljivo čistočo tudi tedaj, če so bile izhodne luže v znatni meri onečiščene. Predležeči postopek je tedaj prikladen zlasti za neposredno podelavo onečiščenih cinkovih luž, na primer luž klorirajočega prazjenja, in to tem bolj, ker pri elektrolitični pripravi amalgama nečistoče v nasprotju k vsem ostalim vodnim cink-elektrolizam skoro ne vplivajo na izkoriščenje toka.

Za pripravo najčistejšega chlor-cinka razkrajamo elektrolitično dobljeni cink-amalgam z chlor-vodik vsebujočimi raztopi-

nami, na primer vodeno solno kislino, in uparimo tako dobljene čiste chlor-cink-luže. Izhodne luže so na primer lahko sulfat-raztopine. S posebnim pridom pa uporabljamo postopek tudi pri chlorid-raztopinah. Kot stranski produkt odpadajoči chlor ima visoko stopnjo čistoče; pa tudi vodik, ki odpada pri presnovi amalgama s solno kislino, je zelo čist, tako da pri medsebojnem sežiganju teh plinov dobimo zopet zelo čist chlor-vodik, ki se lahko ponovno presnovi z amalgamom.

Tudi tu je koristno, da vodimo amalgam med elektrolizno celico in razkrajalno posodo v neprekinjenem krogotoku, pri čemer ima iz razkrajalne posode v elektrolizno celico se vračajoči amalgam lahko samo malo manjšo vsebnost cinka, kakor iz elektrolizne celice v razkrajalno celico struječi amalgam. Smotreno izoblikujemo razkrajalno posodo samo kot povraten žleb, po katerem se vrača od konca elektrolizne celice zopet k njenemu začetku amalgam.

Koristno je, da izvedemo razkrajanje amalgama pri višjih temperaturah in s koncentrirano solno kislino. Možno pa je tudi, da delamo v hladu, če ima razkrajalna kislina zadostno koncentracijo, če je na primer nasičena s chlor-vodikom. Možno je, da izvedemo razkroj na ta način, da uvajamo med reakcijo plin solne kisline v razkrajalno kislino. Lahko pa delamo tudi z razredčenimi kisljinami, če podpiramo reakcijo s pomočjo katalizatorjev, na primer s pomočjo v kislino vtopljenih platinastih žičnih mrež, ki so z amalgamom v električno prevodni zvezi. Tako dobljene chlor-cink-luže lahko predelamo na znan način, na primer z uparivanjem v emajliranih ponvah.

Kakor znano, je zvezana popolna odločitev vode od chlor-cinka s precejšnjimi težkočami; izvedljiva je samo potom elektrolize taline ali potom njene presnove s kovinskim cinkom, kar povzroča znatne stroške. Za pripravo vode prostega chlor-cinka izvedemo zato po izumu razkrajanje amalgama potom raztopin plina chlor-vodika v nevodnih organskih topilih ki lahko raztope tako chlor-cink, kakor chlor-vodik v znatnih množinah. Prikladna sta v ta namen na primer aethyl-aether ali methanol. Topila od chlor-cinka odparimo in jih zopet pridobivamo za ponovno uporabo. Za odstranitev zadnjih preostankov organskega topila je potrebno, da chlor-cink stalimo, pri čemer se razkroji majhna množina topila ob izločenju ogljika; talino lahko belimo na znan način z dodatkom nekoliko chlorata.

Nadalje je na primer možno, da pri-

pravimo iz tehničnih raztopin cinkove soli na gospodarno in tehnično enako ugoden način cinkove oxyde velike čistoče, zlasti take, ki se lahko uporabljajo kot bel pigment, če razkrojimo dobljeni amalgam anodično in z uporabo elektrolitov, ki vsebujejo alkalibikarbonat in/ali alkalikarbonat, in če pri tem izpadajoče, vodo in ogljikovo kislino vsebujoče cinkove spojine odločimo od elektrolita in jih na znan način prevedemo v oxyde.

Na primer presnovimo cink-amalgame z vsebnostjo cinka od 2—6% v celicah, v katerih so sami staknjeni kot anode napram katodam, ki sestojijo iz cinka ali železa; elektrolit sestoji na primer iz skoro nasičene raztopine natriumbikarbonata. Presnova se vrši na ta način, da nastaja na anodi karbonat vsebujoča cinkova spojina, medtem ko se tvorita na katodi vodik in natron-lug. Po izumu se elektrolit, ki služi za razkrajanje amalgama, stalno regenerira z uvajanjem ogljikove kisline, na primer iz odpadnih plinov brez vrednosti, in se vodi stalno v krogotoku; smotreno obrzgamo katodo samo z ogljikovo kislino. Koristno držimo elektrolit v stanju močnega strujanja, da odstranjujemo tvorjene netopke cinkove spojine trajno iz celice. Te se lahko zbirajo v posodi za vsedanje in se jih lahko na znan način filtrira, opere, osuši in calcinira pri primernih temperaturah. Ako je potrebno, vnesemo tako dobljen vroč oxyd v vodo, ga ponovno filtriramo in nato osušimo; lahko ga pošljemo tudi skozi prikladne mline in ga separiramo. Na ta način dobimo cinkove oxyde izredne čistoče, zlasti tudi proizvode z vsemi lastnostmi odličnega belega pigmenta.

Smotreno je, da združimo po eno celico za proizvodnjo amalgama in eno razkrajalno celico do zase sklenjenega agregata, v katerem stalno kroži amalgam, ne da bi bilo potrebno živo srebro dovajati ali odvajati. Izkoriščenje toka pri proizvodnji amalgama in pri njegovem razkrajanju pa ni popolnoma enako. Večinoma je izkoriščenje toka pri razkrajanju amalgama nekoliko višje. Iz tega razloga se pokaže tedaj najprej potrebno, da obratujeta obe celici z različno jakostjo toka, iz tega pa sledijo zopet težave za stikanje večjega števila agregatov. Potrebna postane dva različna viri napetosti za oba elektrolitična procesa ali pa moramo vgraditi upore, ki brez haska uničujejo del energije, ki jo je treba dovajati. Med tvorilno in razkrajalno celico krožeči amalgam bi morali prekiniti električno na dveh mestih in bi morali obe pripadajoči si celici skrbno izolirati drugo od druge.

Našlo se je, da lahko obratuje kljub

različnim izkoriščenjem toka brez energijskih izgub in na enostaven način večje število agregatov z enim in istim virom toka, če skozi obe celici enega agregata tekoči amalgam vodimo brez električnih prekinitiv, torej če ga držimo na istem potencialu, in če priklopimo pole vira napetosti, oziroma sosednje agregate na obe preostali elektrodi agregata, tedaj na anodo tvorilne in na katodo razkrajalne celice, in če eno izmed obeh v agregatu združenih celic, namreč ono z boljšim izkoriščenjem toka, od časa do časa kratko sklenemo. To kratko sklenjenje se lahko izvede po v agregatu vladajoči koncentraciji amalgama ročno ali pa tudi potom samodejno delujočega ustrezajoče nastavljenega časovnega stikala. Ima namen, da drži v določenih mejah konstantno koncentracijo amalgama, ki se zaradi različnih tokovnih izkoriščenj stalno izpreminja, in sicer običajno pojema.

Primer 1: Lužo praženja cink vsebujočega krščevega ogorka razbakrimo z odpadki železa in nato izhladimo na  $0^{\circ}$  v svrhu odstranitve pretežne množine natriumsulfata. V luži nahajajoče se ferro-železo oksidiramo z zrakom in ga oborimo z dodatkom cinko-hydrata skupaj s sledovi arzena in antimona. Končno izločimo še kobalt in mangan pri  $\text{PH} = 5,5$  z uvajanjem chlora. Dobimo na kuhinjski soli bogato lužo chlor-cinka, ki vsebuje še v večjih množinah calcium - in magnesium - chlorid, nadalje nekaj sulfata in v majhnih množinah baker, kadmij, kobalt, nikelj in železo. Vsebnost cinka znaša 65 g/l. To lužo elektroliziramo v vodoravni celici, ki je opremljena z grafitnimi anodami; delovna temperatura znaša  $70^{\circ}$ , gostota toka pa  $1200 \text{ A/m}^2$ . Elektrolitično tvorjeni amalgam gre nato istotako v obliki vodoravne poti, toda z desetkratno hitrostjo strujanja skozi podolgovato žlebasto reakcijsko posodo, v katero so vgrajeni lomilniki valov, da proizvajajo čim bolj turbolentno strujanje. Tu struji amalgamu nasproti žveplena kislina gostote 1,4 s temperaturo  $75^{\circ}$ . Po prehodu žleba se dvigne amalgam z lučalno čašo na svojo prvotno višino in se tako vodi trajno v krogotoku med celico in razkrajalnikom. Na začetku razkrajalnega žleba znaša koncentracija cinka v amalgamu 4%, na njegovem koncu pa 3,8%. Med razkrajalnim žlebom in lučalno čašo gre amalgam skozi s pomočjo zatvornic ločen pralni prostor, kjer se s pomočjo slabo žveplo-kisle raztopine cinkovega sulfata, ki se obnavlja po izvedenem koncentriranju, oprosti majhnih delcev s seboj potegnjenega sulfata. Razkrajalna kislina izstopa v hitrem toku iz žleba ter vsebuje

tvorjeni cinkov sulfat suspendiran v finih kristalčkih. Vodi se sedaj do zgoščevalnika in se zbistri, ter se nato preko avtomatičnega ravnala gostote zopet dovaja reakcijskemu žlebu. Cink-sulfat odvezamemo zgoščevalniku in ga dovajamo centrifugi, v kateri se močno izluča. Končno se segreje v vrtilnem bobnu na  $600^{\circ}$ , pri čemer je prehodna hitrost nastavljena na 20 minut zadržavanja v bobnu. Dobljeni cink-sulfat je brez vode, nevtralne reakcije in spektroskopsko čist.

Primer 2: Priključeno na chlorirajoče praženje cink vsebujočega krščevega ogorka dobljena luža s 70 g/l cinka, ki vsebuje poleg mnogo kuhinjske soli, calcium — in magnesium — chlorida še majhne množine bakra, kadmija, kobalta in železa, kakor tudi nekoliko sulfata, elektroliziramo pri  $80^{\circ}$  in z gostoto toka  $1400 \text{ A/m}^2$  proti živosrebrni katodi in grafitnim anodam. Živosrebrna katoda teče v obliki širokega traka počasi pod anodami. Zapušča celico z vsebnostjo cinka 4% in vstopa v širok povratni žleb, kjer se preplasti z nasičeno vodeno solno kislino. Navzven zadelan razkrajalni žleb ima odvod za razvit vodik in dovod za plin chlor-vodika. Amalgam zapusti razkrajalni žleb z vsebnostjo cinka 3,8% in se vrača v elektrolizno celico. Iz žleba odvezamemo stalno chlor-cink-lužo s približno 350 g/l cinka, katero uparimo v emajliranih ponvah do suhega in končno talimo. Dobljeni chlor-cink je spektroskopsko in polarografsko čist in ne vsebuje sledov sulfata ali drugih tujih anionov.

Primer 3: Amalgam, ki ga pripravimo na enak način, kakor je opisano v primeru 2, obdelamo z nasičeno aetherično solno kislino, in dobimo aetherično oljnato chlor-cink-lužo s približno 360 g/l cinka. Lužo uparimo in kondenzat zopet pridobimo za ponovno uporabo.

Primer 4: Priključeno na chlorirajoče praženje cink vsebujočega krščevega ogorka dobijemo lužo z 68 g/l cinka, ki vsebuje poleg mnogo kuhinjske soli, calcium - in magnesium - chlorida, še majhne množine bakra, kadmija, kobalta in železa, elektroliziramo pri  $80^{\circ}$  s tokovo gostoto  $1400 \text{ A/m}^2$  proti živosrebrni katodi in grafitnim anodam ter pripravimo 5%-ni amalgam, ki ga prevedemo v drugo celico in ga tu staknemo kot anodo napram katodi, ki sestoji iz železa. Kot elektrolit se uporablja lug z 84 g/l natriumbicarbonata, pod katodo pa vodimo v počasnem toku plin ogljikove kisline. Delovna temperatura znaša tu istotako  $80^{\circ}$ , tokova gostota pa samo  $1000 \text{ A/m}^2$ . Elektrolit vodimo z močnim strujanjem preko površine amalgama, tako da se potegne s seboj tvorjena surova barva;

ta se vodi v posodo za vsedanje, od koder se vodi čista luža zopet v celico. Amalgam se nadomesti z novo šaržo, čim je padla njegova vsebnost cinka na 10%. Surovo barvo izvlečemo iz posode za vsedanje, jo operemo z večkratnim dekantiranjem, filtriramo, posušimo in žarimo pri 900°.

Primer 5: Eno celico za tvorjenje cink-amalgama in eno razkrajalno celico zvežemo med seboj s pomočjo žlebov na ta način, da struji neprekinjen trak živega srebra od tvorilne celice do razkrajalne celice in odtod preko lučalne čaše zopet v tvorilno celico. Celice so ločene z vtopnimi branimi, pod katerimi sicer lahko preteče živo srebro, ne pa tudi elektrolitni lug. Pozitivni pol stroja za istosmerni tok se priključi na grafitne anode prve celice, njega negativni pol pa na katode druge celice; te katode so iz nerjavčega jekla. V ostalem postopamo tako, kakor je navedeno v primeru 4. Pri kratko sklenjeni razkrajalni celici nekaj ur elektroliziramo, dokler nima v krogotoku tekoči amalgam koncentracijo 40% cinka, nakar prekinemo kratek stik in obratujemo 32 ur z obema celicama, nakar zopet za 3 ure kratko sklenemo itd. Pridobljeno bazično cink-spojino predelamo do oxyda na način, kakor je naveden v primeru 4.

#### Patentne zahteve:

1. Postopek priprave čistih cink-spojnin iz cink vsebujočih tehničnih luž, označen s tem, da iste elektroliziramo napram katodam iz živega srebra in tako pridobljeni cink-amalgam predelamo do cink-spojnin.

2. Postopek po zahtevi 1, označen s tem, da izvedemo predelavo amalgama elektrolitično, pri čemer je amalgam staknjen anodično.

3. Postopek po zahtevah 1 in 2, označen s tem, da cink-amalgam pri razkrajanju mešamo in ga držimo na drug način v turbulentnem gibanju.

4. Postopek po zahtevah 1 do 3, označen s tem, da prekinemo razkrajanje cink-amalgama še pred popolnim razcinkanjem in da vodimo obubožani amalgam v svrhu zopetnega koncentriranja ponovno elektrolitni stopnji.

5. Postopek priprave cink-sulfata po zahtevi 1, označen s tem, da razkrojimo elektrolitičnim potom dobljeni cink-amalgam z žvepleno kislino in tako dobljeno

raztopino oziroma naplavino predelamo do cink-sulfata.

6. Postopek po zahvetah 3 do 5, označen s tem, da izvedemo raskrajanje amalgama s tako koncentrirano žvepleno kislino, da je cink-sulfat v njej primeroma le težko topek, tako da se tvori cink-sulfat v kislini v obliki oborine.

7. Postopek po zahtevah 3 do 6, označen s tem, da se vodi razkrajalna kislina v tako močnem gibanju preko amalgama, ki se naj raskroji, da tvorjeni cink-sulfat suspendira in vodi z razkrajalno kislino v posodo za vsedanje, v kateri sedimentira in iz katere se odvzame v svrhu dokončne predelave.

8. Postopek priprave cink-sulfata iz cink vsebujočih luž po zahtevah 3 do 7, označen s tem, da sprostimo v razkrajalni stopnji tvorjeni cink-sulfat privzete žveplene kisline s pomočjo segrevanja.

9. Postopek priprave chlor-cinka po zahtevah 1, 3 in 4, označen s tem, da presnavljamo cink-amalgam z chlor-vodik vsebujočimi raztopinami in predelamo odpadajoče chlor-cink-luže na znan način.

10. Postopek po zahtevi 9, označen s tem, da razkrajamo cink-amalgame s pomočjo raztopin plina chlor-vodika v nevodenih topilih, ki se morejo voditi v krogotoku.

11. Postopek priprave cink-oxydov visoke čistoče, zlasti takih, ki so uporabljeni kot beli pigmenti, po zahtevah 1, 2 in 4, označen s tem, da razkrajamo cink-amalgam anodično in ob uporabi elektrolitov, ki vsebujejo alkali-bikarbonat in/ali alkali-karbonat, pri tem odpadajoče, vodo in ogljikovo kislino vsebujoče cink-spojine ločimo od elektrolita in na znan način predelamo do oxydov.

12. Postopek po zahtevah 1, 2, 4 in 11, označen s tem, da uvajamo ogljikovo kislino v elektrolite, ki služijo razkrajanju amalgama, in ga vodimo v krogotoku.

13. Postopek po zahtevah 1, 2, 4, 11 in 12, označen s tem, da izvedemo tvorjenje in razkrajanje amalgama z enim in istim virom toka in sicer na ta način, da združimo po eno za tvorjenje in za razkrajanje amalgama služečo celico do enega agregata, pri čemer dobi amalgam obeh celic isti potencial, medtem ko se zvežeta obe ostali elektrodi s poloma vira toka, in pri čemer se razkrajalna celica od časa do časa kratko sklene.

