

# KRALJEVINA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA ZAŠTITU



INDUSTRIJSKE SVOJINE

KLASA 40 (2)

IZDAN 1 JUNA 1940

## PATENTNI SPIS BR. 15668

Norddeutsche Affinerie, Hamburg, Nemačka.

Postupak za rastvaranje i ponovno izdvajanje bakra u metalnom obliku.

Prijava od 15 oktobra 1938.

Važi od 1 jula 1939.

Naznačeno pravo prvenstva od 20 decembra 1937 (Nemačka).

Poznato je, da pri uvođenju ugljen oksida u kakav rastvor kuprisulfata koji je prožet metalnim bakrom izvesna mala količina bakra prelazi u rastvor i da se iz ovog rastvora pri zagrevanju pod pritiskom od 2—3 mm žive ponovo izdvaja malo bakra u vidu tanke skramice. Iz ovog opažanja se nisu dobile nikakve praktične posledice.

Na iznenadajući je način nađeno, da se velike količine bakra velikom brzinom dovede u rastvor i da se iz ovoga u veoma kratkom vremenu mogu opet izdvojiti u metalnom kristalnom obliku, ako se pušta da se pretvaranje bakra vrši pomoću kakvog sumporno kiselog rastvora kuprisulfata i ugljen oksida pod povećanim pritiskom i ako se tako dobiveni rastvor, koji pak sadrži rastvoreni bakar u obliku izvesnog adicione jedinjenja između kuprosulfata i ugljen oksida po obrascu  $\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 2 \text{CO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ , izloži uslovima temperature i pritiska, pod kojima se vrši raspadanje ovog adicione jedinjenja, pri čemu se uz povratno obrazovanje kuprisulfata i oslobađanja ugljen oksida izdvaja metalni bakar u kristalnom obliku.

Pretvaranje bakra pomoću rastvora kuprisulfata i ugljen-oksida vrši se korisno pri povećanoj temperaturi, n. pr. pri temperaturi od približno 100°. Međutim mogu uvek prema drugim postojećim ili željenim radnim uslovima biti upotrebljene i više ili niže temperature, pri čemu visine temperatura koje svagda treba da se upotrebe po-

staju od slučaja do slučaja zavisne i od praktičnih uslova, n. pr. od pritiska koji se ima na raspoloženju i od željenog trajanja procesa rastvaranja.

I sadržina rastvora u pogledu kuprisulfata može isto tako biti nestalna u širokim granicama kao i kiselost.  $\text{pH}$ -vrednost rastvora se korisno odmera tako niskom, da se ne može vršiti hidrolitičko odvajanje obrazovane kupro-soli uz izdvajanje kupro-oksida, kojim bi izdvojeni metalni bakar bio zagaden. S druge strane isto tako treba da se izbegavaju količine kiseline, kojima bi se u neželjenoj meri štetno uticalo na rastvorljivost bakarnih soli ili na adicione jedinjenje ugljen oksida.

Pristup kiseonika iz vazduha treba da se izbegava, s jedne strane jer se kiseonik iz rastvora prima i suviše brzo uz oksidisanje kupro-soli u kupri-so, usled čega se kiselina utroši i onemogućuje se izdvajanje bakra bez oksidula i s druge strane usled opasnosti od eksplozije.

Dalje je nađeno, da je način, na koji se reakcione komponente kod procesa rastvaranja međusobno dovede do uticaja, od velikog značaja po brzinu njegovog toka, i da je brzina rastvaranja u toliko veća, u koliko se bakar i ugljen oksid upotrebljuju sa većom površinom u odnosu prema rastvoru kuprisulfata i u koliko se tečnost održava u jačem kretanju u odnosu prema površini bakra.

Pokazalo se kao veoma korisno, da se uređaj tako izvede, da se uticaj ugljen ok-

sida na bakar n. pr. uvedenog u veoma sitnoj raspodeli u tečnost vrši tako, da je ovaj uvek samo pomoću što je moguće redeg, celishodno trajno obnavljanog sloja tečnosti odvojen od gasova koji struje pored njegove površine.

Što je moguće povoljnije prilike pretvaranja mogu se postići u ovom pogledu n. pr. ako se pretvaranje izvodi u kakvom sudu koji je otporan prema pritisku, u kojem se n. pr. upotrebljeni bakar održava u stalnom kretanju pomoću kakve mešalice, celishodno tako, da ne bude potpuno pokriven tečnošću. Povoljne radne uslove pruža i rad u kakvom obrtnom dobošu uz trajno komešanje bakra, unošenog u sitnim komadima, i tečnosti. Sa naročitim korišću se upotrebljuju jamasti prostori n. pr. po načinu poznatih reakcionih stubova, koji su snabdeveni bakrom, n. pr. u vidu šuški ili štapova, koji se odozgo polivaju u vidu kiše zakišljenim rastvorom kuprisulfata, dok se ugljen oksid provodi kroz reakcioni stub ili odozdo prema gore ili i odozgo prema dole.

Pretvaranje može biti izvedeno i na razne druge načine, radi čega neka je kao drugi primer pomenuto samo još provodenje u kružnom toku rastvora, koji je zasićen ugljen oksidom, korisno u veoma sitnoj raspodeli, pomoću kakve crpke, kroz bakar koji se nalazi na drugom mestu.

I kod procesa rastvaranja upotrebljeni pritisak može biti dalekosežno različit uvek prema željenoj brzini rastvaranja i drugim postojećim radnim uslovima, naročito prema vrsti rastvora. On je u toliko zavisen od upotrebljene temperature, u koliko on mora pri vladajućoj temperaturi prevazilaziti pritisak za raspadanje dvogubog jedinjenja kuprosulfat-ugljen oksid. Pri tome se proces rastvaranja ubrzava kako pritiskom, tako i povećanjem temperature.

Po dovodenju željene količine bakra u rastvor, ponovno se izdvajanje rastvorenog bakra u metalnom obliku vrši uz raspadanje pomenutog dvogubog jedinjenja po pronalasku na taj način, što se pri nepromenjenom pritisku temperatura povećava preko temperature raspadanja dvogubog jedinjenja pri ovom pritisku ili se pritisak pri nepromenjenoj temperaturi smanjuje ispod pritiska raspadanja dvogubog jedinjenja pri ovoj temperaturi. Mogu se i obe ove mere jednovremeno upotrebiti, na taj način, što se temperatura povećava i jednovremeno se smanjuje pritisak. Treba uzeti u obzir, da su za raspadanje dvogubog jedinjenja merodavni odnosi pritiska i temperature do izvesnog

stepena zavisni i od količine dvogubog jedinjenja koje se nalazi u tečnosti.

Mogućnost ponovnog izdvajanja rastvorenog bakra samo povećanjem temperature bez smanjenja pritiska pruža tu korist, da se na ovaj način prekristalisavanje bakra pod povećanim pritiskom može izvoditi samo naizmeničnim dovodenjem i odvođenjem toplote bez potrebe za svaki put zgušnjavanjem ugljen oksida na željeni pritisak u kakvom postupku sa zatvorenim kružnim tokom. Ovo je od velike važnosti naročito i u toliko, što se na mestima dobijanja sirovog bakra u topionicama toplota ima na raspoložanju obično srazmerno jeftino, n. pr. u obliku toplote od vrelih sagorelih gasova, i t. sl.

Rastvaranje i ponovno izdvajanje bakra može se na primer pod nepromenljivim pritiskom tako izvoditi samo uz dovodenje i odvođenje toplote, da se rastvor kuprisulfata u kružnom toku najpre sprovodi kroz kakav prostor, u kojem se puni bakrom pri temperaturi koja se nalazi ispod temperature raspadanja dopunskog jedinjenja a zatim kroz kakav drugi prostor, u kojem mu se zagrevanjem na temperaturu koja se nalazi iznad tačke raspadanja pri istom pritisku rastvoreni bakar ponovo oduzima.

Po pronalasku je dakle sad moguće, da se uz upotrebu kuprisulfata i ugljen oksida očiste velike količine bakra na veoma jednostavan način i u veoma kratkom vremenu i da se pri tome upotrebljene pomoćne materije ponovo dobiju u takvom obliku, da se bez daljeg mogu ponovo upotrebiti za isti cilj i rastvaranje i ponovno izdvajanje bakra se tako može vršiti u neprekidnom postupku u kružnom toku.

Dalje je nadeno, da se proces rastvaranja može ubrzati obrazovanjem lokalnih elemenata, n. pr. uz sadejstvo nečistoća preradivanog sirovog bakra, kao i pomoću katalizatora, kao na pr. halogen-jona. Prijava takvih katalizatora se pokazala kao naročito korisna, n. pr. kod prerade izvesnih vrsti bakra koje su jako zagadene neplemenitijim metalima, kao n. pr. olovom.

Pre ponovnog izdvajanja bakra se rastvor koji je dobiven pri procesu rastvaranja, i koji je n. pr. zagaden sastojcima sirovog bakra koji nije prešao u rastvor, oslobada od ovih nerastvorenih sastojaka, n. pr. pomoću filtriranja, da bi se izbeglo zagadivanje ovima izdvojenih bakarnih kristala.

Stoga je po pronalasku moguće, da se i iz veoma jako zagadenog bakra u jednom jedinom radnom toku dobija bakar velike čistoće, dok se kod do sada uobičajenih elektrolitičkih postupaka za rafinovanje

bakra već samo malim količinama nečistoća prouzrokuju znatne tehničke i ekonomske teškoće.

Dalja važna korist postupka za rafinovanje po ovom pronalasku u odnosu prema poznatim elektrolitičkim postupcima sastoji se u daleko manjoj potrebi snage, koja je u datom slučaju ograničena samo na dovođenje osetne toplote od sagorelih gasova, u odnosu prema velikom utrošku električne struje koji je potreban kod elektrolize, kao i u znatno jačem iskorišćenju prostora, t. j. u mogućnosti, da se u srazmerno malim uredajima postižu daleko veći učinci, n. pr. pomoću kakvog reakcionog uredaja, koji sadrži 1 m<sup>3</sup> rastvora, i pomoću kakvog rastavljača sa korisnim prostorom od isto tako 1 m<sup>3</sup> može da se na čas očisti 600—1000 kg bakra, dok se po poznatim elektrolitičkim postupcima pod normalnim uslovima na 1 m<sup>3</sup> reakcionog prostora može na čas rafinovati samo približno 2 kg bakra.

Najzad pruža postupak po pronalasku još tu korist, da se izborom radnih uslova kod izdvajanja bakra može dalekosežno uticati na oblik i veličinu izdvojenih bakarnih kristala.

Dalje je nadeno, da se kod rada po ovom pronalasku umesto ili pored ugljen oksida mogu upotrebiti i nezasićeni ugljovodonici, n. pr. takvi koji pripadaju redu C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub> do C<sub>n</sub>H<sub>2n-6</sub>, kao, kao etilen, acilen, butadien i t. sl., kao i njihovi derivati, n. pr. alkoholi, kao alilalkohol i propargilalkohol, aldehidi, kao akrolein i krotonaldehidi, kao i kiseline, kao akril-kiselina, kroton-kiselina, propiol-kiselina, malein-kiselina i cimetna kiselina. Pri tome treba uopšte da se da prvenstvo takvim materijama čije se tačke ključanja nalaze ispod temperature ključanja vode ili upotrebljenog rastvora bakarne soli, kao n. pr. alilalkohol ili akrolajn, jer se ovim po raspadanju dvogubog jedinjenja kupro-soli olakšava odvajanje destilisanjem ovih materija od rastvora.

Sa naročitom koristi se mogu u mnogim slučajevima upotrebiti i mešavine različitih materija prethodno navedene vrste, n. pr. i takvih materija sa nižom tačkom ključanja od vode, kao ugljen oksid, alilalkohol i akrolein, sa materijama sa višom tačkom ključanja, n. pr. materijama koje ključaju na višoj tački od vode ili rastvora bakarne soli, čime je između ostaloga data mogućnost, da se temperaturni odnosi kod rastvora, kao i kod ponovnog izdvajanja bakra dalekosežno regulišu u svagda eventualno željenom smislu. U izvesnim slučajevima, n. pr. kod upotrebe etilena ili alilalkohola vrši se rastvaranje

bakra i obrazovanje dvogubog jedinjenja kuprosulfata sa alkoholom sa takvom brzinom već pri običnoj temperaturi, da se može odustati od zagrevanja reakcione tečnosti za vreme procesa rastvaranja.

Po jednom daljem obliku izvođenja pronalaska mogu dalje umesto ili pored rastvora kuprisulfata biti upotrebljeni rastvori soli drugih kiselina, kao n. pr. aromatičnih sulfo-kiselina, (kao što su benzol-sulfo-kiselina, fenolsulfo-kiseline i krezol-sulfo-kiseline), boro-fluorovodonična kiselina i fosforna kiselina, čije su kupro-soli osposobljene, da bez obrazovanja jedinjenja nerastvorljivih u reakcionoj tečnosti talože bakar u vidu dvogubog jedinjenja sa ugljen oksidom ili drugim upotrebljenim, n. pr. nezasićenim jedinjenjem koje sadrži ugljenika i da se pri podesnoj promeni uslova temperature i pritiska ponovo izdvajaju u metalnom obliku.

Primer 1. — U kakvom autoklavu koji je snabdeven uredajem za mešanje se uz uvođenje ugljen oksida pri pritisku od 8 atm. nadpritiska 1 litar rastvora od 400 g CuSO<sub>4</sub>, 5 H<sub>2</sub>O i 50 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dovodi 5 minuta dugo do uticaja pri 100—110° C na bakarne grenalije, koje postoje u takvoj količini, da uvek jedan deo ovih nije pokriven rastvorom. Pri tome prelazi u rastvor 98 g bakra. Rastvor se filtrira pod istim pritiskom i zatim se zagreva na 120° C, pri čemu se izdvaja 96 g metalnog bakra u vidu sitnih kristala, koji se n. pr. u kakvoj centrifugalnoj napravi oslobadaju od prijanjajućeg rastvora i naknadnim pranjem vodom i sušenjem se dobija u potpuno čistom obliku.

Od izdvojenog bakra odvojeni rastvor može, isto tako kao i kod raspadanja dvogubog jedinjenja kuprosulfat-ugljen oksid izdvojeni ugljen oksid biti ponovo upotrebljen za rastvaranje bakra i po izdvajanju ovoga uvek ponovo biti upotrebljen za rastvaranje i izdvajanje bakra na opisani način. I kod tako ponavljane upotrebe svaki put izdvojena količina bakra praktično odgovara tačno količini bakra koji je prethodno prešao u rastvor.

Primer 2. — Kakav prema primeru 1 pri 100—110° C pod pritiskom od 8 atm. nadpritiska dobiveni rastvor bakra se hladi na 40°, oslobada od pritiska, filtrira i zatim se zagreva na 100° C. Pri tome se izdvaja 97 g metalnog bakra u obliku sitnih kristala.

Rastvorom odvojenim od bakra može proces rastvaranja i ponovnog izdvajanja bakra na opisani način uvek biti ponovo obnavljan sa istim rezultatom.

Primer 3. — 400 cm<sup>3</sup> kakvog rastvora, koji sadrži 35 g bakra kao benzolsulfo-

kiseli bakar i 50 cm<sup>3</sup> benzolsulfo-kiseline u višku se tretira pri 90° C pod jakim mešanjem u prisustvu metalnog bakra 10 minuta pomoću CO pod pritiskom od 8 atm. Dobiveni rastvor se hladi, oslobađa pritiska, filtrira i zatim se zagreva do ključanja. Pri tome se iz rastvora izdvaja primljeni ugljen oksid i bakar u količini od 30 g Cu, dok se prvobitni rastvor ponovo obrazuje iz benzolsulfo-kiselog bakra.

Primer 4. — 550 cm<sup>3</sup> rastvora, koji sadrži 30 g bakra rastvorenog u fosfornoj kiselini u višku kao kiseli fosfat, tretira se 20 minuta uz mešanje u prisustvu metalnog bakra pri 95—105° sa CO pod 8 atm. Obrazovani se rastvor hladi, filtrira i zatim se kuvanjem raspada. Pri tome odilazi CO i izdvaja se 20 g Cu, dok se prvobitni bakarni rastvor ponovo obrazuje.

Primer 5. — 500 cm<sup>3</sup> rastvora, koji sadrži 26 g Cu kao krezolnosumporno kiseli bakar i 50 cm<sup>3</sup> krezolne sumporne kiseline, se pod natpritiska od 8 atm. i 80° tretira pomoću CO u prisustvu bakra uz mešanje 15 minuta dugo. Pri tome postali rastvor se hladi, filtrira i kuva. Pri tome se uz povratno obrazovanje prvobitnog rastvora i odvajanje CO izdvaja 21 g metalnog bakra, koji se filtrira.

Primer 6. — 500 cm<sup>3</sup> rastvora, koji sadrži 25 g borofluorovodonično-kiselog bakra i 25 cm<sup>3</sup> slobodne borofluorovodonične kiseline, tretira se u prisustvu metalnog bakra pri 90° uz snažno mešanje pri 8 atm. 10 minuta pomoću CO. Postali rastvor se hladi, filtrira i kuva. Pri tome se uz povratno obrazovanje prvobitnog rastvora i odvajanje CO izdvaja 21 g metalnog bakra.

Primer 7. — 250 cm<sup>3</sup> rastvora koji sadrži 125 g CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O i 40 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> u višku, se uz snažno mešanje u prisustvu metalnog bakra pri 6 atm i temperaturi od 40° tretira 10 minuta dugo pomoću etilena. Dobiveni rastvor se filtrira i iskuvavanjem se oslobađa od etilena. Pri tome se uz povratno obrazovanje prvobitnog rastvora izdvaja 12 g metalnog bakra, koji se filtriraju.

Primer 8. — Rastvor, koji u 300 cm<sup>3</sup> sadrži 75 g kalkantita i 30 g koncentrisane sumporne kiseline, se meša sa 45 g alilalkohola i intenzivno se meša sa bakrom 10 minuta dugo pri normalnoj temperaturi uz izostanak vazduha. Pod slabim zagrevanjem postali rastvor se zatim filtrira i zagreva u vakuumu. Pri tome odilazi alilalkohol iz rastvora, dok se prvobitni rastvor povratno obrazuje i izdvaja se 12 g metalnog bakra.

## Patentni zahtevi:

1. Postupak za rastvaranje i ponovno izdvajanje bakra u metalnom obliku, naznačen time, što se bakar rastvara u kakvom sumporno kiselom rastvoru kuprisulfata uz dovođenje ugljen oksida pod višim pritiskom od atmosferskog pritiska, korisno pri povećanoj temperaturi, i iz rastvorenog dvogubog jedinjenja kuprosulfat-ugljen oksid se uz odvajanje ugljen oksida, ponovo izdvaja.

2. Postupak po zahtevu 1, naznačen time, što se uticanje rastvora kuprisulfata i ugljen oksida na celishodno u što je moguće većoj površini nalazeći se bakar vrši uz stalno dovođenje sveže tečnosti ka površini bakra pomoću kretanja bakra i odnosno ili tečnosti, n. pr. pomoću kakvog uređaja za mešanje ili uz trajno kretanje (komešanje) u kakvom obrtnom dobošu.

3. Postupak po zahtevu 1 i 2, naznačen time, što se ugljen oksid sprovodi odozdo prema gore kroz kakav stub koji je snabdeven bakrom, n. pr. u vidu štapova, i koji se odozgo preliva u vidu kiše rastvorom kuprosulfata.

4. Postupak po zahtevu 1 do 3, naznačen time, što se proces rastvaranja vrši pri prisustvu katalizatora koji su podesni za njegovo ubrzanje, kao halogen-joni, naročito hlor-joni.

5. Postupak po zahtevu 1 do 4, naznačen time, što odvajanje ugljen oksida pri ponovnom izdvajanju bakra vrši povećanjem temperature ili snižavanjem pritiska ili jednovremenom primenom obe pomenute mere.

6. Postupak po zahtevu 1 do 5, naznačen time, što se izbegava pristup kiseonika iz vazduha ka tečnosti, u kojoj se obrazuje ili postoji dvogubo jedinjenje kuprosulfat-ugljen oksid.

7. Postupak po zahtevu 1 do 6, naznačen time, što se kod raspadanja rastvora bakra uz izdvajanje bakra zaostali rastvor kuprosulfata i postali ugljen oksid ponovo upotrebljuju za rastvaranje bakra, korisno tako, da se raspadanje pri rastvaranju bakra obrazovanog dvogubog jedinjenja vrši bez promene pritiska samo pomoću povećanja temperature i pri tome odvojeni ugljen oksid se pod istim pritiskom upotrebljuje na drugom mestu za rastvaranje svežeg bakra.

8. Postupak po zahtevu 5 i 7, naznačen time, što se rastvaranje i ponovno izdvajanje bakra izvodi tako, da se u kružnom toku vodeni rastvor kuprisulfata na jednom mestu svoga puta puni bakrom a na dru-

gom mestu se pri povećanoj temperaturi ponovo oslobada od primljenog bakra.

9. Postupak po zahtevu 1 do 8, naznačen time, što se rastvor koji sadrži dvogubo jedinjenje kuprosulfat-ugljen oksid pre svoga raspadanja oslobada, n. pr. filtriranjem od nečistoća sirovog bakra, koje nisu prešle u rastvor.

10. Postupak po zahtevu 1 do 9, naznačen time, što se umesto ili pored kakvog rastvora kuprisulfata upotrebljuje rastvor kakve bakarne soli kakve druge kiseline, kao n. pr. kakve aromatične sulfo kiseline ili boro-fluorovodonične kiseline ili fosforne kiseline, koji je osposobljen, da se bez obrazovanja u reakcionoj tečnosti nerastvorljivih jedinjenja nagomila bakar u vidu kakvog dvogubog jedinjenja sa ugljen oksidom i da se pri podesnoj promeni

uslova temperature i pritiska ponovo izdvaja u metalnom obliku.

11. Postupak po zahtevu 1 do 10, naznačen time, što se umesto ili pored ugljen oksida nezasićeni ugljovodonici, n. pr. iz reda  $C_nH_{2n}$  do  $C_nH_{2n-6}$ , kao etilen, acetilen, butadien i t. sl. ili njihovi derivati, i to prvenstveno takve materije, koje ključaju pri nižoj temperaturi no voda ili upotrebljeni rastvor bakarne soli ili mešavine napred pomenutih materija.

12. Postupak po zahtevu 1 do 11, naznačen time, što se umesto ili pored ugljen oksida nezasićenih ugljovodonika upotrebljuju n. pr. takvi iz reda  $C_nH_{2n}$  do  $C_nH_{2n-6}$ , kao etilen, acetilen, butadien i t. sl. izvedeni alkoholi, aldehidi ili karbonskiseline, kao n. pr. alilalkohol, ili akrolein.

Prijava od 16 marta 1939.

Važi od 1 novembra 1939.

Nemačko pravo prvenstva od 12 maja 1939 (Nemačka).

Proizlazak se odnosi na dobijanje metalnog magnezijuma iz oksidnih jedinjenja magnezijuma redukcijom pomoću uglja, koja se vrše pri temperaturama, koje se nalaze iznad tačke topljenja magnezijuma, tako, da se magnezijum oslobađa kao para.

Magnezijum se do pre nekoliko godina dobijao isključivo elektrohemijskim putem, dok tehnika na veliko nije nikada upotrebljavala čisto termički postupak. U knjižici je naročito u pitanju redukcija magnezijum oksida pomoću uglja po jednačini  $MgO + C = Mg + CO$ , ova i pored višestrukih pokušaja da se dođe do rešenja nije uspevala ni do 11. decembra 1936. godine okolnosti, što su se obrazovale magnezijumove pare usled ugljen oksida bez jedovitimeno postaje, pri spadanju temperature ispod reakcione temperature u rešavanju pošto temperature ponovo pretvaraju u magnezijum oksid. Ova se teškoća mogla rešiti pomoću tekućeg metala, koji se nalazi u prvom (Patent br. 9533), čija se bitna osobina sastoji u tome, da se reakcioni produkti, kao gas i gas, do napunjenja redukcionog prostora odvijavaju na temperaturi, pri kojoj se metalna površina povratljivo reakcija leži na strani obrazovanja magnezijuma, i tek se pri spadanju u redukcionog prostora razređuju pomoću oslobađanja velikih količina vodnog para, bez kojeg gas, indiferentnog praha magnezijuma i istovremeno se naglo hladi za temperaturnu koja se nalazi iznad tačke topljenja magnezijuma. Kondenzat se

stoga dobija u vidu praha. Gas za hlađenje, koji izlazi iz kondenzatora, se po odvajanju magnezijumovog praha čisti uslađavanjem ugljen oksida i ponovo se upotrebljuje u kružnom toku. Pošto dovoljno brzo hlađenje zahteva veoma male količine gasa za hlađenje (50-70 m<sup>3</sup> na svaki kg magnezijuma), se sa troškovi za hlađenje od veoma velikog značaja po ekonomičnost postupka. Proizlaskom se rešava zadatak, da se ovi troškovi pri upotrebi vodnika kao gasa za hlađenje što je moguće više snize, pri čemu se dejstvo čistiranja ne samo ne pogoršava već šta više povećava.

Suština rešenja zadatka sastoji se u tome, što se iz gasne smeše koja izlazi iz kondenzatora po odvajanju magnezijumovog praha selektivnom adsorpcijom sa aktivnog ugljena pri niskim temperaturama uklanjanje toliko ugljen oksida, koliko to odgovara potrebama usled obrazovanja ugljen oksida u redukcionom stupnju, i tako očistena gasna smeša se po tome ponovo predaje kao gas za hlađenje. Prvenstveno se gasna smeša koja izlazi iz kondenzatora deli u dva dela, od kojih se jedan podvrgava najprije odvajanju, dok se drugi dio podvrgava čišćenju aktivnim ugljenom, da bi se zatim smeša ponovo upotrebila u kružnom toku.

Adsorpcija na aktivnom ugljenom ne može se izvršiti se postupno ili skoro postupno odvajanje vodnog i ugljen oksida, jer adsorpcione kapacitete ova gasa u odnosu na aktivni ugljen nisu toliko blizu jedna drugoj i pri običnim vazdušnim temperaturama,

