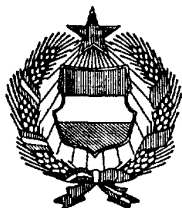


(19) HU

MAGYAR
NÉPKÖZTÁRSASÁG



ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL

SZABADALMI LEÍRÁS

SZOLGÁLATI TALÁLMÁNY

B

(11) 190 811

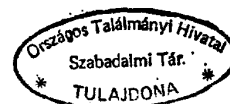
A bejelentés napja: (22) 82. 09. 01.

(21) 2796/82

Nemzetközi
osztályjelzet:
(51) NSZO₄
C 25 F 3/08

A közzététel napja: (41) (42) 1984. 04. 30.

Megjelent: (45) 1988. VIII. 31.



Feltaláló(k): (72)

dr. VADASDI Károly, 40%, dr. BARTHA László, 19%, MIKÉTA György, 17%, dr. SZILASSY Ildikó, 17%, TEKULA Endréné dr., 7%
Budapest

Szabadalmaz: (73)

MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete, Budapest

(54) **ELJÁRÁS KEMÉNYFÉMHULLADÉKOK ANÓDOS OXIDÁLÁSÁRA ÉS RÉSZLEGES OLDATBA VITELÉRE**

(57) KIVONAT

A keményfémhulladékok, előnyösen W-, V-, Cr- és/vagy Mo-karbidot – továbbá adott esetben Ti-, Ta- és/vagy Nb-karbidot – és Co kötőanyagot tartalmazó szinterelt fémtestek oxidálása és a fémek részleges oldatba vitele során a keményfémhulladékot nátrium-, kálium-, vagy ammóniumionokat tartalmazó lúgos vizes elektrolitban anódosan oxidálják. A találmány szerint 7-13 pH-jú nátrium-, kálium- vagy ammónium-karbonátot vagy -hidrogénkarbonátot vagy ezek elegyét legalább 10 g/l koncentrációban és adott esetben klorid vagy borát ionokat az alkalmazott alkáli vagy ammónium sójukra vonatkoztatott 5-50 g/l koncentrációban tartalmazó elektrolitot, valamint a keményfémhulladék össztömegére vonatkoztatott 3-40 A/kg erősségű áramot alkalmazunk.

A találmány tárgya eljárás keményfémhulladékok, előnyösen volfrám-, vanádium- és/vagy molibdénkarbid alapú és kobalt kötőanyagú, valamint adott esetben tantál-, niobium- és/vagy titánkarbidot is tartalmazó váltólapkák, húzókövek és egyéb megmunkáló és közetfúró szerszámok keményfém-betéteinek anódos oxidálására és részleges oldására.

Sokféle összetételű cementált karbidot tartalmazó szerszámot használnak a mindennapi életben. Ezek a szerszámok egy vagy több magas olvadáspontú fém karbidjából állnak, amelyet egy vas-csoportbeli fémmel, rendszerint kobalttal, kötnek össze folyadékfázisú szintereléssel. A cementált karbidok (keményfém-szerszámok) jelentős része volfrám-, titán- és tantálkarbidot, valamint kobalt kötőanyagot tartalmaz különböző arányokban.

Más fémkarbidok, mint niobium-, vanádium-, króm- és molibdén-karbid is használatosak alkotókként, továbbá a nikkell és vas kötőanyagként. Mivel a cementált karbidok fémtartalma általában jelentős értéket képvisel, igen sok eljárás ismeretes a keményfémhulladékok értékes összetevőinek különböző formában történő kinyerésére és újrahasznosítására.

Az ismert eljárások két nagy csoportra oszthatók a kinyerendő termék tekintetében.

a) A karbid alapanyagok közvetlen visszanyerése irányuló eljárások.

Ebbe a csoportba számos olyan eljárás sorolható, amelyek közös vonása, hogy a kötőanyagot (pl. Co) vagy annak egy részét különféle szelektív oldószerekkel kioldják (cinkoldadék, valamint egyéb kémiai és elektrokémiai módszerek), vagy a hulladékot mechanikus módszerekkel porítják (cold-stream).

Mivel ezen eljárások alkalmazása során a karbidszemcsék összetétele megváltozik (pl. oxigénnel szennyeződik), ez a módszer rendszerint csak akkor alkalmazható, ha a kapott karbidpor összetételének újrateállításáról is gondoskodni lehet (oxigéntartalom, szabad-kötött C-tartalom, szemcseméret).

b) A karbidalapanyagok megbontásával járó eljárások.

Az ebbe a csoportba sorolt eljárások közös vonása, hogy a keményfémhulladék értékes alkotóit különféle fémek, fémoxidok formájában nyerik ki, amelyek vagy karbidgyártásra vagy egyéb célokra alapanyagként használhatók.

Ezek az eljárások általában két alapvető lépésből állnak, nevezetesen a szilárd keményfémhulladék kémiai megbontásából (oxidációja, klórozása, kémiai vagy elektrokémiai oldása) és a megbontás után kapott anyagok szeparálásából és tisztításából.

Az ismert eljárások részben a keményfémhulladék megbontására, feloldására vonatkoznak, részben a teljes szeparálási és tisztítási lépéseket is magukba foglalják.

A keményfémhulladék magas hőmérsékletű oxidációján alapulnak a 3 887 680., 4 255 397. és 4 256 708. sz. amerikai, a 143 887. sz. csehszlovák és a 142 770. sz. szovjet szabadalmi leírásokban olvasható eljárások.

Nátrium-nitrit/nitrát olvadékos feltáráson alapulnak a 46 005, és 48 426. sz. lengyel szabadalmi leírásokban olvasható eljárások. Ezek az eljárások veszélyesek és a keletkező nitrózus gázok miatt erősen környezetszennyezőek.

Magas hőmérsékletű klórozáson alapszanak a 6 601 504, sz. dél-afrikai köztársaságbeli, a 4052/63. sz. japán, a 179 930. sz. szovjet, valamint a 77 120 203. sz. japán (kokai) szabadalmi leírásban olvasható megoldások. Ezek az eljárások költséges, bonyolult berendezést igényelnek és az elemi klór alkalmazása igen veszélyes.

A keményfémhulladék jól oldható HF—HNO₃ elegyben (107 839. sz. csehszlovák szabadalmi leírás), azonban ez az eljárás gazdaságtalannak tűnik és erősen környezetszennyező.

Nátrium-hipokloritban lassan feloldható a keményfémhulladék (177 614. sz. szovjet szabadalmi leírás). Tömör testek esetén ez az eljárás rendkívül lassú.

Több módszer ismeretes keményfémhulladék elektrokémiai (anódos oxidációval) oldására.

Az anódos oxidáción alapuló módszerek egyszerű, igénytelen berendezésekben valósíthatók meg. Az oldás során általában nem alkalmaznak extrém hőmérsékletet, nyomást és koncentrációt, ami a berendezések hosszú élettartamát és üzembiztos működését eredményezi.

Sósav alapú elektrolitban, forgó anódokban oldják fel a keményfémhulladékot a 782 623. sz. dél-afrikai köztársaság-beli szabadalmi leírás szerinti eljárás során. Hátránya, hogy a forgó titándobot valószínűleg erősen koptatja a feloldandó hulladék.

Salétromsav és egyéb adalékok elegyében oldják a keményfémhulladékot 429 112. sz. szovjet, valamint a 77 127 403. sz. és 7 895 804. sz. japán (kokai) szabadalmi leírás, valamint az 5877. sz. közzétett európai szabadalmi bejelentés szerinti eljárásban.

Kénsav, foszforsav, ecetsav, borkósav stb. elegye is használható elektrolitként (4 234 333. sz. USA-beli szabadalmi leírás). Az eljárás hátránya, hogy a sokféle szerves komplexképző megnehezíti az oldatba került alkotók kinyerését, a foszforsav miatt pedig foszforszennyezés kerülhet a kapott termékekbe.

A savas elektrolitok alkalmazásának legnagyobb hátránya, hogy a keményfémhulladék főtömegét kitevő volfrám, tantál és titán oxidjai savakban csak csekély mértékben oldódnak, ezért a savanyú elektrolitokhoz különféle adalékanyagokat, ill. a fenti vegyületeket oldani képes komplexképzőket kell hozzáadni. Ezek az adalékanyagok viszont vagy költségessé teszik a feloldást (pl. hidrogén-peroxid), vagy nehézkessé teszik a komponensek későbbi szeparálását, tisztítását (pl. foszforsav, szerves komplexképzők).

Ismeretesek lúgos elektrolitok is keményfémhulladék elektrokémiai oldására. Javasoltak ammónium-, nátrium- és kálium-hidroxidot a 848 462. sz. és a 857 969. sz. angol szabadalmak szerinti eljárásokban tiszta volfrám-karbidból és kobaltból álló keményfémhulladék oldására. Ezekben az alkálilúgokban a többféle anyagú keményfémhulladék túlnyomó részét kitevő W-oxid jól, a Ti- és Ta-oxid kevésbé oldható, a Co-oxid viszont nem oldódik.

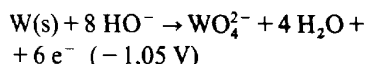
A W és Co vegyületeket oldani képes ammónium-hidroxidban viszont a Ti- és Ta-oxid alig oldódik. Így az ismertett lúgos elektrolitok a hulladékfeldolgozási célokra kielégítő sebességgel csak a karbidhulladékok egyes fajtáinak megbontására, ill. oldására alkalmasak.

A 2 183 037 sz. francia szabadalmi leírásban tiszta fémvolfrámból álló nyomtatott áramköri mintázat szelektív marására olyan anódos oxidálást és oldást írnak le, amelynél a lúgos elektrolit karbonát, borát vagy foszfát tartalmú. Ennél a megoldásnál szilícium-oxid hordozóra felvitt μm -nél vékonyabb W réteget kell egy rávitt maszknak megfelelően eltávolítani. Az alkáli- vagy ammónium-karbonát, -borát vagy -foszfát tartalmú elektrolit választása annak tulajdonítható, hogy az – mint az alkálihidroxidot tartalmazónál kevésbé lúgos, tehát kevésbé maró elektrolit – nem támadja meg a szilícium-oxid hordozót, ill. a maszkt. Mivel ennél az eljárásnál feltehetően közömbös az oldás energiaigénye, a francia leírás erre nézve nem tartalmaz adatot.

A találmány megalkotásakor az volt a célkitűzésünk, hogy keményfémhulladék anódos oxidálására és részleges oldására az ismertnél nagyobb sebességű és hatásfokú, többféle nehézfémkarbidot tartalmazó hulladék esetén is gazdaságosan alkalmazható megoldást dolgozzunk ki.

Kísérleteink során meglepődve tapasztaltuk, hogy ha a keményfémhulladék anódos oxidálására karbonát tartalmú elektrolitot alkalmazunk, akkor az oldási sebesség megnőtt, az oldás fajlagos energiaigénye pedig lecsökkent az alkálihidroxidot tartalmazó elektrolittal végzett ismert oxidálási művelethez képest. Ezt példaképpen szemléltetjük az alább ismertetendő 1. táblázat adatai. A kapott igen jó eredményeket az alábbiak miatt tartjuk meglepőnek.

Mint említettük a 848 462 és 857 969 sz. angol szabadalmi leírásból ismeretes, hogy alkáli- és ammóniumhidroxid elektrolitokban WC-ből és Co-ból álló keményfémhulladék anódosan oxidálható és részben vagy egészben feloldható az alábbi reakcióegyenletnek megfelelően:



A reakcióegyenletből látható, hogy a W komponens anódos oldási reakciója egy adott áramsűrűség esetén a hidroxilion koncentrációtól függ, tehát annak növelése az oldási reakciót elősegíti, csökkenése hátráltatja. Ugyanez látható a volfrám Pourbaix diagramjából is, miszerint alacsonyabb pH-kon az OH^- -ion koncentráció csökkenésével a W korróziója passzivitásba megy át. Az egyéb keményfémhulladék alkotók közül a kobalt Pourbaix diagramja – amit az 1. ábra mutat – is az erősen lúgos, 13 feletti pH tartomány alkalmazását sugallja, míg a Nb és Ta esetében e diagramok semmi útmutatást sem adnak tekintve, hogy e fémek a teljes pH tartományban passzivitást mutatnak. (M. Pourbaix, Atlas d'Equilibres Electrochimiques, Gauthier-Villars, Paris, 1963. 326., 249., 254. oldalak).

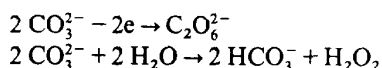
A hulladékfeldolgozásnál – ahol egy üzemben évi

100–1000 t hulladékot feldolgoznak – alapvető gazdaságossági követelmény, hogy az anódos oldást a lehető legkisebb energiafelhasználással végezzük, ami magas áramhatásfokkal és alacsony cellafeszültséggel realizálható. Ez egyértelműen a jól diszociáló, nagy szabad hidroxil-ion tartalmú, jól vezető alkálihidroxid-elektrolit használatát sugallja a szakember számára. A hasonló töménységű alkálihidroxid-oldatokhoz képest nagyságrendileg kisebb OH^- -ion tartalmú, valamint rosszabb vezetőképeségű más lúgos elektrolit használatánál az áramhatásfok csökkenése, a cellafeszültség növekedése, és ezáltal a fajlagos energiafelhasználás emelkedése lenne várható. Mi azonban ennek ellenkezőjét tapasztaltuk.

A találmány tehát eljárás keményfémhulladékok, előnyösen W-, V-, Cr- és/vagy Mo-karbidot – továbbá adott esetben Ti-, Ta- és/vagy Nb-karbidot – és Co kötőanyagot tartalmazó szinterelt fémtestek anódos oxidálására és részleges oldatba vitele, amelynek során a keményfémhulladékot nátrium-, kálium- vagy ammóniumionokat tartalmazó lúgos vizes elektrolitban anódosan oxidáljuk. A találmányt az jellemzi, hogy 7–13 pH-jú nátrium-, kálium- vagy ammónium-karbonátot vagy -hidrogénkarbonátot vagy ezek elegyét legalább 10 g/l koncentrációban és adott esetben klorid vagy borát ionokat az alkalmazott alkáli vagy ammónium sójukra vonatkoztatott 5–50 g/l koncentrációban tartalmazó elektrolitot, valamint a keményfémhulladék össztömegére vonatkoztatott 3–40 A/kg erős-ségű áramot alkalmazunk.

Jelen találmány lényeges eleme az a felismerés, hogy karbonát-ionokat tartalmazó lúgos elektrolitokban nemcsak a WC/Co-ból álló keményfémhulladék oldási sebessége fokozható, hanem V-, Cr- és/vagy Mo-karbidot, adott esetben még Ti-, Ta- és/vagy Nb-karbidot is tartalmazó keményfémhulladék is gyakorlati célokra kielégítő sebességgel anódosan oxidálható és részlegesen oldható.

Az oxidációs, ill. oldási sebesség NaOH , KOH , NH_4OH elektrolitokban tapasztalható képest növekszik, és ennek az a valószínű oka, hogy a karbonát-ionok az anódtérben erősen oxidáló, valamint komplexképző hatású perkarbonát ionokká alakulnak, amelyek



a Ti-, Ta- és Nb-karbidokat is oxidálni, sőt átmene-tileg ezen fémek egyébként nem oldódó oxidjait oldatban tartani is képesek.

Ez utóbbi feltételezést alátámasztja az a megfigyelés, hogy ha a keményfémhulladékot ammónium-karbonát elektrolitban anódként kapcsoljuk, akkor a kezdetben homogén oldat képződik, amelyből néhány órák állás után Ti- és Ta-oxidokat tartalmazó csapadék válik ki.

Egy előnyös fogantatási lehetősége az eljárásnak, ha elektrolitként ammónium-karbonátot és/vagy hidrogén-karbonátot alkalmazunk, amikor a volfrám ammónium-paravolframát formájában oldódik, míg a Ti, Ta és Co túlnyomó része oxidhidrátok, vegyes oxidok formájában oldhatatlanul kiválik.

Különös előnye az eljárásnak, hogy igen tömény, mintegy 50–100 g W/l oldatok állíthatók elő, ami a továbbfeldolgozás, a megfelelő tisztaságú volfrámvegyületek jó hatásfokú kinyerése szempontjából igen előnyös. További előnyt jelent, hogy ilyen módon 1 kg keményfémhulladék mintegy 0,5–1 kg ammónium-karbonát felhasználásával vihető oldatba, ami az elektrolitikus oldás fajlagos anyagigényét igen csekélyé teszi, és így a továbbfeldolgozás során csak csekély mennyiségű hulladékhanyag-képződéssel kell számolni.

Tapasztalataink szerint a keményfémhulladékot anódosan egyszerű konstrukciójú berendezésben, kedvező áramfelhasználással oxidálhatjuk. Jelentősen egyszerűsíti a berendezés konstrukcióját, hogy a katód- és anódteret nem szükséges diafragmával elválasztani, mivel az anódon az oxidáció során képződő termékek a katódon nem redukálhatók.

Megfigyelésünk szerint igen kedvező gyakorlati oxidációs körülmények érhetők el többek között akkor, ha az oldatok (elektrolitok) ammónium- és karbonátiókon koncentrációját ammónium-hidroxidot (ill. ammóniagáz), valamint CO_2 -gázt külön-külön adagolva 7–13 pH értékre állítjuk be és így az ammónium- és karbonátiókon koncentrációját egymástól függetlenül szabályozzuk. Fokozható a találmány szerinti eljárás előnye, ha az anódos oxidációt kloridionok (pl. NH_4Cl) jelenlétében véghezvük, amely a Co ionokkal stabilis komplex vegyületet képez.

A jelen találmányban ismertetett eljárás további előnye, hogy a szokásos keményfémhulladék legnagyobb részét kitevő és legnagyobb értéket képviselő volfrámot nagytisztaságú oxidok vagy sók formájában nyerjük ki, ha a találmány szerinti oldás oldás után kapott oldat feldolgozására, amelyek a volframiterek feltárásakor előállított oldatok feldolgozása során szokásos eljárásokat alkalmazunk.

Eljárásunkat az alábbi kiviteli példákban mutatjuk be.

A példákban és a táblázatban a %-ok mindig tömeg%-ot jelentenek.

A keményfémhulladék feloldására két, csupán méreteiben különböző berendezést építettünk, amelyek elvi felépítése a 2. ábrán látható. A berendezés hengeralakú műanyag szitaszövetből készített anódterébe 1–4 cm darabméretű keményfémhulladékot helyeztünk, melynek tömege a kisebbik berendezés esetén mintegy 0,3 kg, míg a nagyobbik berendezés esetén kb. 5 kg volt. Az edénybe betöltöttük a megfelelő elektrolitot, majd egyenáramú tápegység bekapcsolásával megindítottuk az elektrolízist. A tápegységet amperosztatikus üzemmódban üzemeltettük, és az elektrolizáló cellán átfolyó áram a kisebbik berendezés esetén 10 A, míg a nagyobbik esetén 30 A volt. Az elektrolitból időnként mintát vettünk, és ennek analízise alapján állapítottuk meg az oldási sebességét. A fenti berendezésekben az alábbi eljárási változatokat valósítottuk meg:

1. példa

A keményfémhulladék összetétele: 91% WC, 9% Co.

Az elektrolit összetétele: 60 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.
Az elektrolit pH-ja: 8,9.
A cellafeszültség, ill. áram: 21 V (10 A).
Az oldási sebesség: 0,61 g/Ah.
A fajlagos energiafelhasználás: 29,2 g/kWh.

2. példa

A keményfémhulladék összetétele: 70% WC, 10% TaC, 8% TiC, 12% Co.
Az elektrolit összetétele: 60 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.
Az elektrolit pH-ja: 8,9.
A cellafeszültség, ill. áram: 20 V (10 A).
Az oldási sebesség: 0,54 g/Ah.
A fajlagos energiafelhasználás: 27,0 g/kWh.

3. példa

A keményfémhulladék összetétele: 85% WC, 3% TaC, 4% TiC, 8% Co.
Az elektrolit összetétele: 120 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.
Az elektrolit pH-ja: 9,2.
A cellafeszültség, ill. áram: 10 V (30 A).
Az oldási sebesség: 0,50 g/Ah.
A fajlagos energiafelhasználás: 50 g/kWh.

4. példa

A keményfémhulladék összetétele: 90% WC, 10% Co.
Az elektrolit összetétele:
162 g/l $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$.
Az elektrolit pH-ja: 10,5.
A cellafeszültség, ill. áram: 15,5 V (10 A).
Az oldási sebesség: 0,8 g/Ah.
A fajlagos energiafelhasználás: 51,6 g/kWh.

5. példa

A keményfémhulladék összetétele: 70% WC, 10% TaC, 8% TiC, 12% Co.
Az elektrolit összetétele:
162 g/l $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$.
Az elektrolit pH-ja: 10,5.
A cellafeszültség, ill. áram: 22 V (10 A).
Az oldási sebesség: 0,26 g/Ah.
A fajlagos energiafelhasználás: 11,8 g/kWh.

6. példa

A keményfémhulladék összetétele: 85% WC, 3% TaC, 4% TiC, 8% Co.
Az elektrolit összetétele: 120 g/l Na_2CO_3 .
Az elektrolit pH-ja: 10,7.
A cellafeszültség, ill. áram: 14 V (30 A).
Az oldási sebesség: 0,51 g/Ah.
A fajlagos energiafelhasználás: 36,3 g/kWh.

7. példa

A keményfémhulladék összetétele: 85% WC, 3% TaC, 4% TiC, 8% Co.

Az elektrolit összetétele:

20 g/l NH_4OH , 120 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

Az elektrolit pH-ja: 10,5.

A cellafeszültség, ill. áram: 9,5 V (30 A).

Az oldási sebesség: 0,56 g/Ah.

A fajlagos energiafelhasználás: 59,4 g/kWh.

8. példa

A keményfémhulladék összetétele: 70% WC, 10% TaC, 8% TiC, 12% Co.

Az elektrolit összetétele:

60 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 20 g/l NH_4Cl .

Az elektrolit pH-ja: 8,5.

A cellafeszültség, ill. áram: 14 V (10 A).

Az oldási sebesség: 0,46 g/Ah.

A fajlagos energiafelhasználás: 32,9 g/kWh.

9. példa

A keményfémhulladék összetétele: 85% WC, 3% TaC, 4% TiC, 8% Co.

Az elektrolit összetétele:

120 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 20 g/l bóráx.

Az elektrolit pH-ja: 9,5.

A cellafeszültség, ill. áram: 9,5 V (10 A).

Az oldási sebesség: 0,62 g/Ah.

A fajlagos energiafelhasználás: 65,3 g/kWh.

10. példa

Ennél a példánál – az előzőektől eltérően – kb. 8 cm vastagságú téglatest alakú anódkosárba helyezett 36 kg vegyes összetételű keményfémhulladékot oxidáltunk, ill. oldottunk.

A keményfémhulladék összetétele az alábbi határokon belül volt: 90% WC, 10% Co... 70% WC, 10% TaC, 8% TiC, 12% Co.

Az elektrolit összetétele: 100 g/l Na_2CO_3 .

Az elektrolit pH-ja: 10,4.

A cellafeszültség, ill. áram: 13 V (150 A), 56 h-an keresztül

Az átlagos oldási sebesség: 0,77 g/Ah.

A fajlagos energiafelhasználás: 59,5 g/kWh.

Az 1. táblázatban kétféle keményfémhulladéknál megadjuk az összehasonlító adatokat az ismert NaOH, ill. NH_4OH tartalmú elektrolittal és a találmány szerinti Na_2CO_3 , ill. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ tartalmú elektrolittal oldva a hulladékot.

1. táblázat

Keményfémhulladékok oldási paraméterei különféle elektrolitokban

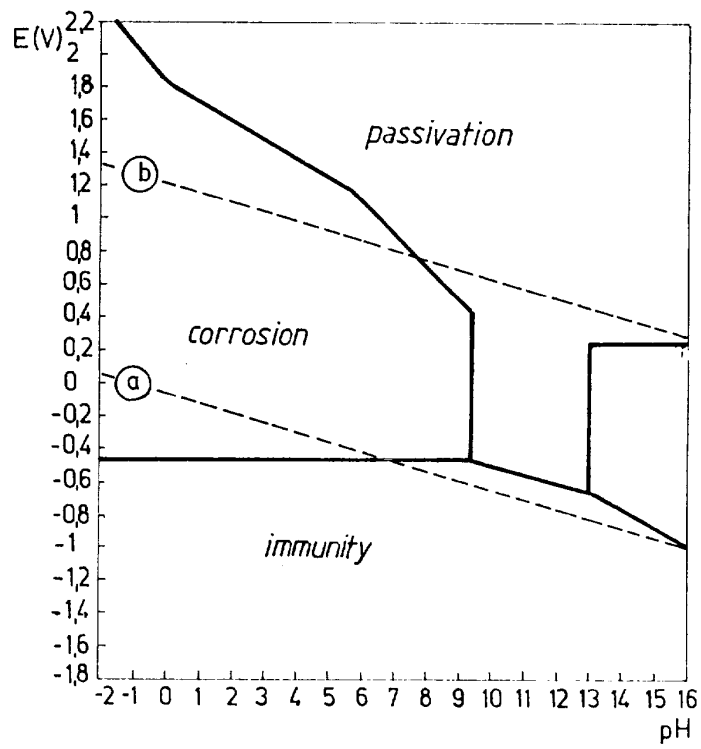
A keményfémhulladék összetétele: 90% WC,
10% Co,
70% WC,
12% TaC,
8% TiC,
10% Co.

Az elektrolit összetétele (1,3 N alkáli, ill. ammónia tartalom)	Oldási sebesség (g/Ah)	Fajlagos energiafelhasználás (g/kWh)	Oldási sebesség (g/Ah)	Fajlagos energiafelhasználás (g/kWh)
NaOH	0,22	24,4	0,06	5,0
Na_2CO_3	0,80	51,6	0,26	11,8
NH_4OH	0,22	7,3	0,27	9,0
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	0,54	27,0	0,54	27,0

Szabadalmi igénypont

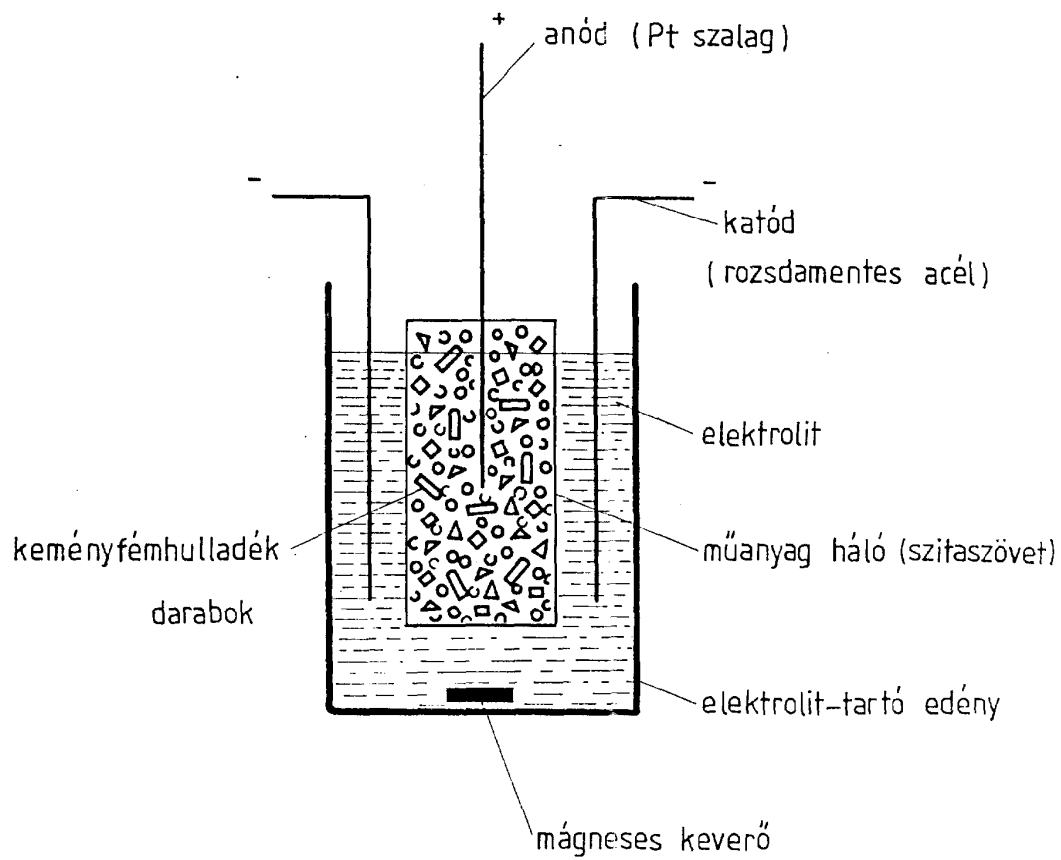
Eljárás keményfémhulladékok, előnyösen W-, V-, Cr- és/vagy Mo-karbidot – továbbá adott esetben Ti-, Ta- és/vagy Nb-karbidot – és Co kötőanyagot tartalmazó szinterelt fémtestek oxidálására és részleges oldatba vitelére, amelynek során a keményfémhulladékot nátrium-, kálium- vagy ammóniumionokat tartalmazó lúgos vizes elektrolit-

ban anódosan oxidáljuk, azzal jellemezve, hogy 7–13 pH-jú nátrium-, kálium- vagy ammónium-karbonátot vagy -hidrogénkarbonátot vagy ezek elegyét legalább 10 g/l koncentrációban és adott esetben klorid- vagy borátionokat az alkalmazott alkáli vagy ammónium sójukra vonatkoztatott 5–50 g/l koncentrációban tartalmazó elektrolitot, valamint a keményfémhulladék össztömegére vonatkoztatott 3–40 A/kg erősségű áramot alkalmazunk.



1. ábra

A kobalt Pourbaix diagramja



1. ábra