

(19) Országkód:

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG**

**ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

206 300 B

(21) A bejelentés száma: 4174/88
(22) A bejelentés napja: 1988. 06. 09.
(30) Elsőbbségi adatok:
063 605 1987. 06. 18. US
(86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/US 88/01879
(87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 88/10243

(51) Int. Cl.⁵

C 04 B 7/00

C 04 B 7/147

C 04 B 7/34

(40) A közzététel napja: 1990. 08. 28.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1992. 10. 28. SZKV 92/10

(72) Feltalálók:

Lynn, John D., Center Valley, Pennsylvania (US)
Jablonski, Charles E., Bethlehem, Pennsylvania (US)
Egan, Walter D., Bethlehem, Pennsylvania (US)

(73) Szabadalmas:

Bethlehem Steel Corp., Bethlehem,
Pennsylvania (US)

(54)

Eljárás nehézfém tartalmú szennyeződések és üledékek kémiai stabilizálására

(57) KIVONAT

A találmány tárgya eljárás anyagok, nehézfémeket tartalmazó veszélyes hulladékok, porok, üledékek kémiai stabilizálására oly módon, hogy a stabilizálandó anyag, vízmentes alumínium-szilikát és mészs 6,9 és 11,5 tömeg% közötti bázistartalmú keverékből és

6,2–11,4 közötti pH-értékű vas(II) ionokat tartalmazó vizes oldatból, továbbá adott esetben vízből folyékony keveréket állítanak elő, majd a kapott keveréket szilárd anyaggá szárítják.

A találmány tárgya eljárás nehézfémportok és üledékek kémiai stabilizációjára. A találmánynak elsődlegesen az acéliparban van jelentősége, ahol a kemencék által kibocsátott anyagok kezelése szükséges. Bár a találmány nehézfémek stabilizálásában széleskörű alkalmazást nyerhet, részleteit a leggyakoribb felhasználáshoz kapcsolódóan ismertetjük.

A világ acéliparában követett acél előállítási gyakorlat az oxigénes eljárás. Ez az eljárás olvadt nyersvasat tartalmaz a kemence fő töltőanyagaként, amelyet később a követelményeknek megfelelően finomítanak és ötvöznek. Ez az eljárás nagyolvasztókban előállított olvadt nyersvas nagy mennyiségben való hozzáférhetőségét feltételezi.

Amennyiben olvadt nyersvas nem érhető el, és/vagy bizonyos speciális minőségű acélok előállítása a cél, akkor elektromos ívkemencés (továbbiakban: EAF=Electric Arc Furnace) eljárást alkalmaznak. Az EAF-eljárásban jellemzően szilárd anyagokat, vashulladékot, mész-követ, égetett meszet, vasat és vasötvöző adalékokat adagolnak felülről tölthető kemencébe. A szokásos kemencék fel vannak szerelve emelő lengőtetővel, amely lehetővé teszi hideg hulladékvasnak a kemencébe adagolását; olyan billenő berendezéssel, amely biztosítja a kemence előredöntését csapoláskor és hátradöntését salakoláskor; olyan berendezéssel, amely lehetővé teszi anyagoknak a kemence tetején keresztül való adagolását; és kiürítő rendszerrel az acélgéztési folyamat során keletkezett por eltávolítására.

Az elektródok elektród karokkal és kapcsokkal vannak ellátva, és a kemence tetején keresztül felülről lefelé lógnak be a kemencébe. Az elektródok helyzete automatikusan vezérelt egy elektromechanikus rendszerrel. Az elektródok és a hulladékvas között elektromos ív alakul ki, ami szolgáltatja azt a hőt, amely megolvasztja a kemence tartalmát, és finomítja az acélt. Az olvadt acélt tipikusan 1600 °C hőmérsékleten csapolják üstökbe, majd öntőformákba öntik vagy előhengerlik.

Ilyen eljárásoknál apró részecskék keletkeznek a hulladékvas betöltésekor, a kemence csapolásakor, az adalékanyagok hozzáadásakor, az oxigén fúvatásakor és az öntés/finomítás folyamán. Ezek a részecskék képezik az EAF port, amelyet, még ha alaposan ellenőrzött hulladék temetőbe temetnek is, hogy minimálisra csökkentsék a vele kapcsolatos problémákat, az Amerikai Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala (EPA) szerint veszélyes hulladéknak kell tekinteni. Konkrétabban, az EAF port jelenleg a KO61 EPA veszélyes hulladékként specifikálják (elektromos kemencékben történő acélgéztésnél keletkező por, salak), és ennek megfelelően veszélyes hulladékként kell kezelni.

Ennek a meghatározásnak az eredményeként intenzíven keresik azokat a módszereket, amelyek alkalmasak az EAF por kezelésére. Ennek a kutatásnak az eredménye a jelen találmány, amely egy olyan kémiai stabilizációs eljárás, amely a veszélyes alkotórészeket a porban gyakorlatilag teljesen megköti. Az eljárás alapja a cement megkötéséhez hasonló reakció, amelynek során vízmentes alumínium szilikát, mész, víz és vegyszerek jelenlété-

ben adszorbeálja és/vagy fizikailag megköti az EAF porban lévő nehézfémet. A nehézfémek a kalcium-alumínium-szilikát mátrixban való megkötődés által lényegében elvesztik mozgékonyaságukat.

5 A 4116705 számú USA-beli szabadalmi leírásban ismertetettek szerint a veszélyes hulladékból legalább 20% vizet tartalmazó iszapot készítenek, majd ehhez Portland cementet és alumínium-szilikátot adagolnak, majd az így kialakított anyag idővel megszilárdul.

10 A 4518508 számú USA szabadalmi leírásban ismertetettek szerint folyékony, illetve félfolyékony hulladékanyagokat cementtel, vízmegkötő száraz anyaggal és alkálifém-szilikáttal összekeverve kötnek meg.

15 A 4566975 lajstromszámú USA-beli szabadalmi leírásban arzén, foszfor, higany és más nehézfémeket tartalmazó oldatok kétlépéses, kicsapatásos tisztítási eljárását ismertetik, ahol a csapadékképzést nátrium-hidroxid és vas(II)-szulfát adagolásával érik el.

20 A 4741766 lajstromszámú USA-beli szabadalmi leírásban fémszennyeződések tartalmú folyadékot kevernek össze cementgyártásból származó hulladékporral, majd a kapott iszapszerű anyagot cementtel, előnyösen Portland-cementtel stabilizálják.

25 A 4668124 lajstromszámú leírásban vanádium tartalmú krakkolásnál alkalmazott fáradt katalizátorok és nehézipar maradványok szelektív elgázosításánál alkalmazott fáradt kontakt anyagok vanádium tartalmát kötik meg oly módon, hogy az anyagot víz jelenlétében bizonyos többvegyértékű fémionokkal (például Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Mn^{3+} , Zr^{4+} , Ti^{4+} , Al^{3+}) hozzák érintkezésbe, majd az elegyet lúgosítják. Előnyös esetben az alkalmazott fémiont szulfát sójaként viszik be, majd a Ca^{2+} tartalmú anyaggal hajtják végre a lúgosítást.

30 A fenti eljárások egyike sem ad útmutatást arra, hogy az EAF-porhoz hasonló, főleg kadmium, króm és ólom szennyezőket tartalmazó hulladékanyagot olyan eljárással állítsanak elő, melyben a csekély oldhatóságot Fe^{2+} tartalmú oldat segítségével érik el. A találmány szerinti megoldás igen előnyös megvalósítása során az acélgéztés során keletkező, a maratásnál visszamaradó folyadékot alkalmazhatjuk, és így egy melléktermékkel stabilizálhatunk egy másfajta mellékterméket (hulladék anyagot), miközben egy további veszélyes hulladékanyagot, az acélgéztés során keletkező szálló hamut is felhasználhatjuk alkotóként.

40 A találmány tárgya tehát eljárás nehézfémeket tartalmazó veszélyes hulladékok, porok, üledékek kémiai stabilizálására oly módon, hogy a stabilizálandó anyag, vízmentes alumínium-szilikát és mész 6,9 és 11,5 tömeg% közötti bázistartalmú keverékből és 6,2–11,4 közötti pH-értékű vas(II) ionokat tartalmazó vizes oldatból, továbbá adott esetben vízből folyékony keveréket állítunk elő, majd a kapott keveréket szilárd anyaggá szárítjuk.

55 A találmány szerinti eljárások egyik előnyös változata magában foglalja az EAF-por összekeverését égetett mészporral, hamuval és oltottmészszel olyan keverék előállítására céljából, amelynek lúgtartalma 9–9,5 tömeg%. Szárazon való összekeverés után olyan kétértékű vas

hidroxidját és kalcium-szulfátot tartalmazó oldatot adunk hozzá, amelyet úgy készítünk, hogy összekeverünk vas(II)szulfát heptahidrátot, kalcium-hidroxidot és vizet, majd az oldat pH-ját 7-re állítjuk be. A szárazanyagot az oldattal megfelelő edényben alaposan összekeverjük. A kapott keverék, amely körülbelül 1/3 részében EAF-por, már nem veszélyes, és megfelelő módon alkalmas a tárolóhelyre való szállításra.

Az 1. ábra grafikusan mutatja a találmány által elérhető előnyöket. A találmány szerint kémiaiilag stabilizált EAF-por kimosható ólomtartalma jelentősen csökken.

Annak érdekében, hogy értékelni tudjuk a találmány jelentőségét, hasznos lehet, ha áttekintjük az Amerikai Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatalának (EPA) vezetésével kidolgozott szabványokat. Az EPA szerint az EAF-por ólom, kadmium és krómtartalma fokozza ezen por veszélyességét, és a felsorolt elemek kimoshatósága alapján definiálja a veszélyes anyagokat. A mosóvízben mérhető maximális koncentráció nem veszélyes anyagoknál (EPTT próba=Extractive Procedure Toxicity Test) nem haladhatja meg az ivóvízre meghatározott standard értékek hatszorosát (6XDWS), melyek az alábbiak:

Ólom	0,30 mg/l
Kadmium	0,06 mg/l
Króm	0,30 mg/l

Évek tapasztalatai alapján elektromos ívkemencék EAF-porának veszélyes anyag tartalma a következő:

Ólom	1,39 mg/l
Kadmium	1,7 mg/l
Króm	0,9 mg/l

Az EPA megbízására kiterjedt vizsgálatokat végeztünk olyan rendszer kifejlesztésére, amely alkalmas a veszélyes hulladékanyag stabilizálására és megkötésére. A jelen találmány ilyen vizsgálat eredménye. Amennyiben az EAF-por a találmány szerinti kémiai stabilizációnak vetjük alá, akkor az EPTT próba szerint a veszélyes anyagok mértéke szignifikánsan csökken körülbelül az alábbi értékekre:

Ólom	0,02 mg/l
Kadmium	0,02 mg/l
Króm	0,07 mg/l

A találmány az alábbi anyagok felhasználását igényli:

- szén, illetve koksz égetéséből származó hamu, melynek fő alkotórészei SiO_2 és Al_2O_3 ,
- mészpor, amelynek fő alkotórésze
- CaO, oltott mész, melynek fő alkotó része Ca(OH)_2 ,
- vas(II)szulfát-heptahidrát.

Bár a fenti anyagok aránya tág határok között változhat, a találmány megvalósítására az alábbi tömeg%-ban megadott közelítő tömegarányok alkalmasak: EAF-por 35, hamu 6, égetett mész 15, vas(II)szulfát heptahidrát 10, oltott mész 6 és víz 28.

Ilyen arányokat használva az eljárás a következő lépésekből áll:

1. EAF-por, égetett meszet, hamut és oltott meszet közelítőleg 1–2 percig keverünk. Amennyiben szükséges, az oltott mész arányát változtathatjuk úgy, hogy

olyan keveréket kapjunk, amelynek lúgtartalma 9 és 9,5 tömeg% között van.

2. Az előbbi keverékhez olyan vizes oldatot adunk, amelynek pH-ja 7, és amelyet vízből, vas(II)szulfát-heptahidrátból és kalcium-hidroxidból készítettünk.

3. Körülbelül 10 percig keverjük, amíg a viszkózus kenőcsszerű anyagot kapunk, amely órák múltán át nem eresztő, betonszerű, szilárd anyagot eredményez. A keményedési folyamat tovább folytatódhat hetekig, vagy még hosszabb ideig.

A találmány fejlesztése során azt tapasztaltuk, hogy a vas(II) ionok jelenléte kulcsfontosságú. Korábbi munkánk során a vas(II) ionokat nagytisztaságú laboratóriumi vegyszerekből nyertük, lásd a fentiekben említett előnyös megoldást. Azonban a vasionoknak nem kell ilyen nagytisztaságú forrásból származniuk, hanem például a marataznál visszamaradt folyadék, az acélgártás mellékterméke is megfelelő. Ez a körülmény a találmány jelentőségét különösen megnöveli. Ilyen módon egy eddig hulladéknak tekintett melléktermék felhasználásával lehet a veszélyes hulladékot gyakorlatilag kötötté tenni.

Az 1. ábra grafikusan mutatja a vasionok nem várt előnyös hatását a találmány szerinti eljárásra. Az 1. ábra az EPTT mosófolyadék pH-jának a vas(II) ionokkal és azok nélkül stabilizált EAF-por ólomkoncentrációjára kifejtett hatását mutatja. A felső görbe a vas(II) ionok nélkül nyert eredményeket mutatja. Bár a lúgoság változtatásával pH=9–10 tartományban minimum érhető el, az ólom koncentrációja szignifikánsan meghaladja a vas(II) ionokat is tartalmazó oldattal kezelt anyagra nyert megfelelő értékeket, amint azt az alsó görbe adatai mutatják.

A találmány szerinti eljárást az alábbi példával szemléltetjük közelebbről.

1. példa

37,0 g EAF-por, 23,6 g égetett mészpor, 14,1 g acélkészítés során keletkező szálló hamut és 1,7 g oltott meszet összekeverünk, majd a keverékhez 20,2 g vízben oldott $3,4 \text{ g Fe}_2\text{SO}_4 \times 7 \text{ H}_2\text{O}$ -t adagolunk, majd a keverést 10 percen át folytatjuk. Néhány óra elteltével a kapott anyag megszilárdul, majd kb. 2 hét elteltével az anyag eléri végleges szilárdságát (lásd Q' minta).

A táblázatban szereplő további anyagokat a fentivel megegyező módon állítjuk elő.

1. táblázat

EP toxicitás vizsgálatok(1) kadmium, króm és ólom ionokra (megszilárdulás előtt)

Vizsgált alkotó (mg/l)			
Minta	Kadmium	Króm (teljes)	Ólom
A	<0,02	<0,05	<0,01
B	<0,02	<0,05	0,02
C	<0,02	<0,05	0,02
D	<0,02	<0,05	0,03
E	<0,02	<0,05	0,02
F	<0,02	<0,05	0,01
G	<0,02	<0,05	0,01

Vizsgált alkotó (mg/l)			
Minta	Kadmium	Króm (teljes)	Ólom
H	0,02	0,05	0,01
I	0,02	0,05	0,01
J	0,02	0,05	0,03
K	0,02	0,05	0,02
L	0,02	0,05	0,01
M	0,02	0,05	0,02
N	0,02	0,05	0,03
O	0,02	0,05	0,02
P	0,02	0,05	0,01
Q	0,02	0,12	0,01
R	0,02	0,16	0,01
S	0,02	0,13	0,01
T	0,02	0,13	0,01
U	0,02	0,05	0,01
Átlag ⁽²⁾	0,02	0,07	0,02

1. Az EP toxicitási vizsgálatokat és a kapott extraktrum analízisét a 40CFR261 szabvány II. és III. mellékletében megadottak alapján végeztük el.
2. Az alapjelnél kisebb értékeket nem vettük figyelembe.

5

10

15

20

25

Vizsgált alkotó (mg/l)			
Minta	Kadmium	Króm (teljes)	Ólom
E	0,02	0,05	0,02
F	0,02	0,05	0,01
G	0,02	0,07	0,02
H	0,02	0,05	0,02
I	0,03	0,05	0,01
J	0,02 (0,03)	0,14 (0,07)	0,01 (0,03)
K	0,02 (0,02)	0,17 (0,05)	0,01 (0,02)
L	0,02	0,07	0,01
M	0,02 (0,03)	0,16 (0,07)	0,01 (0,01)
N	0,02 (0,02)	0,05 (0,06)	0,01 (0,01)
O	0,02	0,09	0,01
P	0,02 (0,02)	0,06 (0,05)	0,03 (0,01)
Q	0,02 (0,02)	0,06 (0,05)	0,04 (0,02)
R	0,02	0,05	0,03
S	0,02	0,06	0,02
T	0,02	0,06	0,03
U	0,02	0,09	0,03
Minta ⁽²⁾	0,02	0,07	0,02

2. táblázat

EP toxicitás vizsgálatok (2) kadmium, króm és ólom ionokra kezelés után

Vizsgált alkotó (mg/l)			
Minta	Kadmium	Króm (teljes)	Ólom
A	0,02	0,08	0,03
B	0,03	0,05	0,03
C	0,02	0,05	0,02
D	0,02	0,05	0,02

30

35

40

- (1) Az EP toxicitási vizsgálatokat és a kapott extraktrum analízisét a 40CFR261 szabvány II. és III. mellékletében megadottak alapján végeztük el.

A J, K, M, N, P és Q mintákat 9,5 mm-es és 0,149 mm-es lyukazatú szitán történt ápréslést követően is, külön-külön alávetették a vizsgálatoknak. A 0,149 mm-es lyukazatú szita alkalmazásakor kapott eredményeket zárójelben tüntettük fel.

Az összes többi eredmény 9,5 mm-es lyukazatú szitával kapott.

- (2) Az alapjelnél kisebb értékeket nem vettük figyelembe.

3. táblázat

Többszörös extrakciós folyamat kadmiumra, krómra és ólomra (kezelés után az 1. és 9. napon)

Vizsgált alkotó (mg/l)	Minta											
	A		B		D		E		G		H	
	1. nap	9. nap	1. nap	9. nap	1. nap	9. nap	1. nap	9. nap	1. nap	9. nap	1. nap	9. nap
Kadmium	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Króm	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Ólom	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01

Az eredmények azt mutatják, hogy a veszélyes alkotó koncentrációja nem növekedik számottevően 9 napos próba során.

Bár az eddig tárgyaltak a találmány legelőnyösebb

megvalósításait és annak eredményeit taglalják, eltérő összetételű vegyszerekkel is az előbbieknél összemérhető eredményeket kaptunk. Például, az EAF-pornak az égetett mésszel, hamuval és oltott mésszel való

keverékében célszerű a megfelelő lúgosság elérésére 9–9,5 tömeg%-os CaO tartalmat biztosítani.

Azonban, próbák bizonyítják, hogy jó eredményt lehet elérni 6,9 és 11,5 tömeg%-os CaO tartalommal is.

Kísérlet sorozatot végeztünk, amelyben vagy a száraz keverék kalcium-oxid tartalmát, vagy a vas(II) ion oldat pH-ját változtattuk. Ezeknek a próbáknak az eredményeit a 4. táblázatban foglaltuk össze.

4. táblázat

Paraméter	Minta													
	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'	H'	I'	J'	K'	L'	M'	N'
Száraz keverék, CaO %	7,9	9,0	10,0	6,9	7,9	9,0	6,6	10,08	7,0	11,5	7,0	7,0	10,09	10,9
pH (Fe ⁺⁺ oldat)	6,6	6,6	6,6	6,8	6,8	6,8	7,0	7,0	7,0	7,0	11,4	7,0	7,0	7,2
EPTT vizsgált alkotó (mg/l)														
Ólom	0,01	0,01	0,01	0,02	0,0	0,01	0,02	0,01	0,04	0,02	0,03	0,05	0,01	0,01
Kadmium	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,11	0,02	0,20	0,02	0,02	0,22	0,02	0,02
Króm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
EPTT pH	8,3	8,8	9,6	7,9	8,2	8,4	7,6	10,5	7,7	10,9	7,8	7,5	10,3	9,7

Így, amellyel, hogy a száraz keverék CaO tartalmát változtathatjuk bizonyos határok között, az eljárás némi szabadságot biztosít a vas(II) ion tartalmú oldat pH-jának megváltoztatásában is. A találmány szerint a pH-nak 6,2 és 11,4 között kell lennie. Előnyösen azonban a pH=7. Ennek következményeként az EPTT mosóanyagának pH-ja 7,8 és 10,9 között változhat,

hogy benne a kérdéses anyagok koncentrációja még kisebb legyen, mint 6XDWS.

A megfelelő pH szintje függ a találmány szerinti eljárás során alkalmazott adalékanyagok forráshelyétől és mennyiségétől. További kísérlet sorozatot végeztünk, amelyben ezen adalékanyagokat változtattuk. Ennek eredményeit az 5. táblázat mutatja.

5. táblázat

Az adalékanyag mennyiségének változtatása

Adalék- anyag (g)	Minta								
	P'	Q'	R'	S'	T'	U'	V'	W'	X'
EAF-por	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Égetett mészpor	350	350	400	350	200	250	300	300	250
Szálló ha- mu	210	210	150	165	175	165	175	175	175
Oltott mész	25	25	100	65	140	55	35	40	200
Fe ₂ SO ₄ ×7 H ₂ O	–	50	180	–	165	–	12	25	300
H ₂ O	240	300	450	350	500	300	285	300	550
EPTT vizsgált alkotó (mg/l)									
Ólom	1,2	0,03	0,01	0,40	0,01	0,19	0,03	0,01	0,01
Kadmium	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Króm	1,4	0,05	0,05	0,11	0,05	0,23	0,08	0,05	0,05
EPTT pH	11,0	9,5	10,0	8,0	7,8	10,7	8,8	9,3	8,9

A keverék homogenitását és folyékonyságát víz hozzáadásával biztosítjuk. Gyakorlattal könnyen meghatározható a keverékhez adandó víz mennyisége. Mivel automatikus és kézi keverés egyaránt alkalmazható, így könnyű meghatározni a megfelelő keverék eléréséhez szükséges víz mennyiségét és a keverés módját. Az 5. táblázatban a víz százalékos aránya körülbelül 17,5 tömeg% (P' minta) – 28,9 tömeg% (T' minta) között változhat.

Bár a találmány szerinti eljárás előnyös változatainak a Q', T', V', W' és X' minták felelnek meg, figyelmet érdemel az U', V', és W' minták összehasonlítása. Az U' mintánál, amelynél nem alkalmazhatunk vas(II) ionokat, a Pb és Cr szintje jelentősen meghaladja a találmány szerinti kémiai stabilizációs eljárással elérhető értékeket, annak ellenére, hogy még ez is alatta lehet a 6XDWS szintnek. A V' mintánál, ahol kevesebb, mint 1 tömeg% vas(II) iont alkalmaztunk, a Pb és Cr szintje jelentősen csökkent.

A W' mintánál, ahol a vas(II) ionok mennyiségét megkétszereztük, a Pb és a Cr szintje tovább csökkent.

Bár nyilvánvaló vas(II) ionok jelenlétének fontossága a találmány szerinti folyamatban, az ionok mennyiségének növelése csak bizonyos határig célszerű. Például, az X' mintánál a vas(II) ionok tömeg%-a körülbelül 3,0. Mégis, a Pb, Cd és a Cr ionok szintje alig tér el a W' mintáétól. Ez azt mutatja, hogy a vas(II) ionok maximális mennyiségét részben gazdasági szempontok, részben pedig az ionoknak a pH-ra kifejtett hatása szabja meg, és nem az elérhető eredmények.

Az összes, 5. táblázatban felsorolt minta úgy készült, hogy először a szárazanyagokat kevertük össze, vagyis az EAF-port az égetett mészporthoz, a hamut, az oltott meszet és a vas(II)-szulfát-tetrahidrátot, majd végül vizet adtunk hozzá a megfelelő állapot elérése érdekében. A megfelelő anyagok ismeretében és gyakorlat birtokában azonban lehetséges az összes kívánt anyagot egyetlen keverési eljárással összekeverni.

Végül, az eljárás hatékonysága a mérgező hatás és a folyamat költségei miatt megkívánja, hogy a lehető legnagyobb mennyiségű EAF-port kezeljük. Az EAF-por maximális mennyisége körülbelül 65 tömeg% lehet.

Összehasonlító példa

A kísérlet során az 5. táblázatban megadott R' és U' mintákból indultunk ki (az R' minta mészből gazdag, míg az U' minta mészből szegény).

További mintákat állítottunk elő, melyekben

a) az égetett mészporthoz és oltott mesz helyett Portland cementet alkalmaztunk (R1S és U1S minták),

b) illetve vas(II) ionokat tartalmazó oldatot (maratásból visszamaradó folyadék) is alkalmaztunk (R3S és U3S minták).

A mintákat három napig hagytuk szilárdulni, majd megőröltük és megvizsgáltuk azokat az EPTT teszt, illetve a 4116705 számú USA-beli szabadalomban ismertett kioldódási teszt szerint eljárva.

A megfelelő kioldódási idők elteltével az oldatokat

kémiai analízisnek vetettük alá az ólom-, kadmium- és króm-tartalom meghatározására.

A vizsgált minták összetételét a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat

Alkotók (g)	Minta jele					
	U'	U1S	U3S	R'	R1S	R3S
EAF-por	550	550	550	550	550	550
égetett mészporthoz	250	–	–	400	–	–
szálló hamu	165	165	165	150	150	150
oltott mesz	55	–	–	100	–	–
víz	300	300	300	450	450	450
Portland cement	–	305	305	–	500	500
maratásból származó folyadék	–	–	750	–	–	875

A kioldódási tesztek eredményeit a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat

Minta	US 4116705 szerinti teszt			EPTT teszt		
	Pb	Cd	Cr	Pb	Cd	Cr
U1S	47	<0,02	1,1	2,0	<0,02	1,3
R1S	33	<0,02	1,2	1,7	<0,02	1,3
U3S	1,8	<0,02	<0,05	0,5	<0,02	0,13
R3S	1,8	<0,02	<0,05	0,2	<0,02	0,13

A fentiekből kitűnik, hogy az égetett és oltott mesznek Portland cementtel történő helyettesítésével kapott minták nem teljesítik az EPTT követelményeit. Amennyiben maratásból származó folyadékot is alkalmazunk, akkor az eredmények váratlan módon javulnak, azonban még mindig nem érik el az R' és U' mintáknál az ólom-szennyeződésre kapott kiváló eredményeket.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Eljárás nehézfémeket tartalmazó veszélyes hulladékok, porok, üledékek kémiai stabilizálására, *azzal jellemezve*, hogy a stabilizálandó anyag vízmentes alumínium-szilikát és mesz 6,9 és 11,5 tömeg% közötti bázistartalmú keverékéből és 6,2–11,4 közötti pH-értékű vas(II) ionokat tartalmazó vizes oldatból, továbbá adott esetben vízből folyékony keveréket állítunk elő, majd a kapott keveréket szilárd anyaggá szárítjuk.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a folyékony keverék vas(II) ion tartalma legalább 0,2 tömeg%.

3. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*,

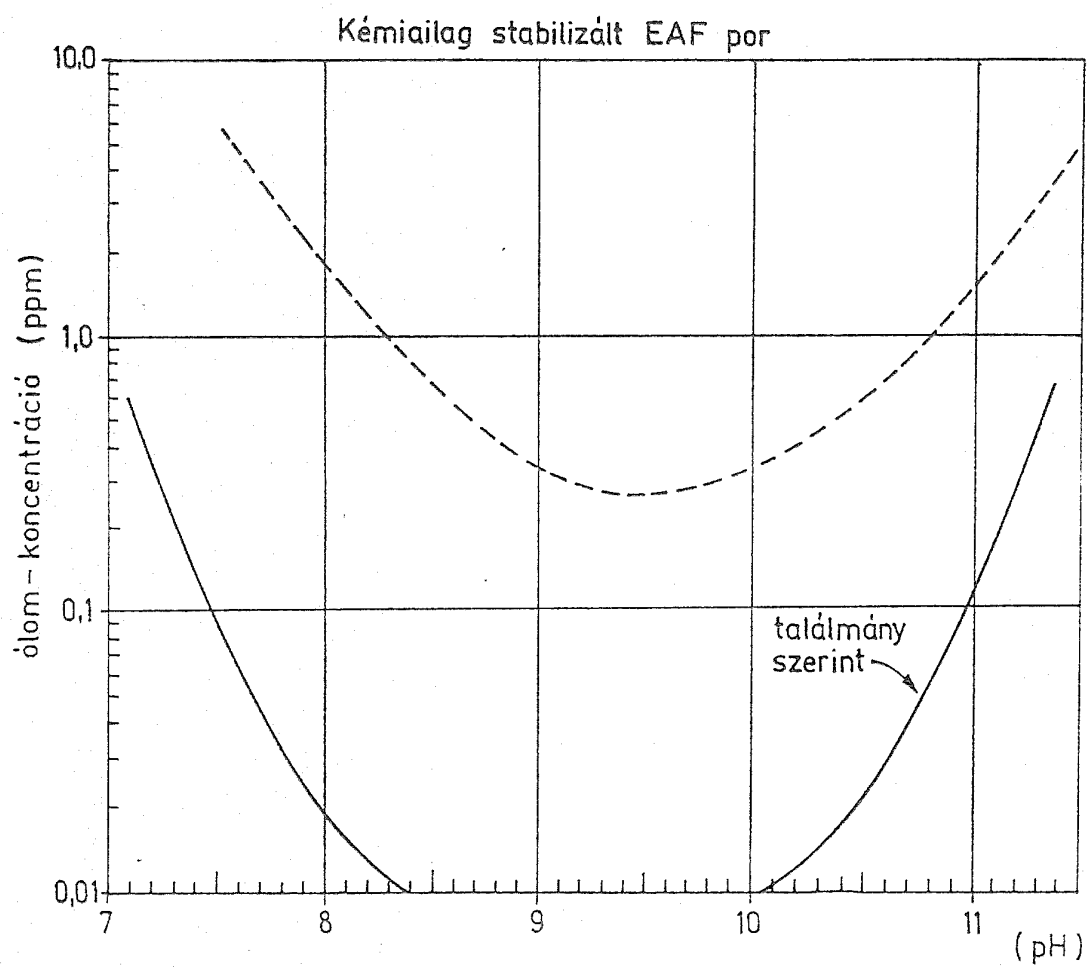
hogy a folyékony keverék vas(II) ion tartalma legalább 1,0 tömeg%.

4. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a kezelendő hulladék elektromos ívkemencés eljárás mellékterméke, és a nehézfém ólom, kadmium és króm.

5. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*,

hogy a fenti keverékben a stabilizálendő anyag mennyisége nem haladja meg a 65 tömeg%-ot.

6. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a vízmentes alumínium-szilikátot hamuból, nagyolvasztó kohóból és/vagy más pozzolán típusú anyagból nyerjük, és a meszet hulladékmészből és/vagy más mészttermékből állítjuk elő.



1. ábra