

PÁLYÁZAT

Innovációs Környezetvédelmi Versenyre – EKO 2005

Pályázat tárgya:

„ Vízalatti plazmaberendezés veszélyes anyagok ártalmatlanítására“

Szakterület: környezetvédelem, nukleáris technika

Pályázó és megvalósító szervezet:

G.I.C. Ipari Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.

1118 Budapest, Tűzkő u. 7. földszint 4.

Telefon, telefax: 06 1 246 1658

E-mail: gic@starkingnet.hu

A célkitűzés, a megoldandó probléma

Veszélyes (toxikus, fertőző) anyagokat tartalmazó híg vizes oldatok ártalmatlanítása a vizes oldat alatt létrehozott magas hőmérsékletű villamos plazmával, mely az oldatba merülő elektródok és a velük érintkező villamosan vezető oldat között jön létre. A villamos ív hatására keletkező gyökökkel a szerves molekulákat vagy biológiailag lebontható anyagokra, vagy széndioxidra, vízre, nitrogénre bontjuk, úgy hogy a reakció hatásfokát a reakcióterbe juttatott oxidálószerrel növeljük (pl. oxigén, hidrogén-peroxid, stb.).

A megoldás fajtája (aláhúzendó)

Termék (berendezés) – Eljárás – Termék (berendezés) és eljárás

A megoldás definiálása

Villamosan vezető, vagy vezetősó adagolására vezetővé tett, beállított pH-val rendelkező szerves anyagokat tartalmazó oldatot vezetünk át olyan reaktoron/reaktorokon, melyekben az átáramló oldatba villamosan jól vezető elektródok merülnek. Az elektródok és a villamosan vezető oldat között villamos ívet (plazmát) hozunk létre. Az elektród anyagát az adott rendszerre választjuk ki kísérleti úton, az oldatot addig cirkuláltatjuk a reaktorban, míg a kívánt bontási hatásfokot nem érjük el, és/vagy több reaktort kapcsolunk sorba, a reaktorba/reaktorokba az adott reakcióra jellemző oxidálószer is adagolunk. Az oldat villamos vezetőképességét, a pH-t, folyamatosan mérjük és szabályozzuk, az oldathoz adott oxidálószer mennyiségét szabályozzuk.

A megoldás iparjogvédelme (aláhúzandó)

Bejelentett találmány, használati vagy ipari minta, növényfajta, időpont:

(Magyarországon)

Bejelentés napja: 2001.07.17. / ügyszám: P0102986/

Közzététel napja: 2003.02.28.

Szabadalom, használati vagy ipari minta oltalom, növényfajta oltalom, érvényességi terület:

European Patent Office (Nr. 1406843)

Eljárás folyamatban: - USA
- Kanada
- Korea
- Oroszország
- Dél-Afrikai Köztársaság
- Japán
- Kína
- Ukrajna

Szerzői mű, az alkotás időpontja: 2001.07.17.

A feltalálók, az alkotók nevei

Schremmer István

Tilky Péter

A feltalálók, az alkotók bemutatkozása

Schremmer István:



1118 Budapest, Torbágy u. 10.

Munkahely: G.I.C. Kft.

Foglalkozás: Ügyvezető igazgató

Képzettsége: Okleveles kémia-fizika szakos középiskolai tanár

Fő szakterületem az elektrokémia, melynek ipari alkalmazását tartom egyik legfőbb célomnak, különös tekintettel a veszélyes anyagok ártalmatlanítására és a speciális vegyszerek előállítására. Számos szabadalomban vagyok feltaláló, társfeltaláló. Mindig szemelőtt tartottam a hulladékok újrahasznosításának megoldását, illetve hulladékmentes-, hulladékszegény technológiák kidolgozását. A Paksi Atomerőművel 1987 óta vagyok kapcsolatban, ahol sok probléma megoldásában vettem részt.

Tilky Péter:



7030 Paks, Kodály Z. u. 6.

Munkahely: Paksi Atomerőmű

Foglalkozás: Műszaki főszakértő

Képzettsége: Okleveles vegyészmérnök

1968 óta a villamosenergia iparágban, 1977 óta az atomerőműben különböző műszaki területen dolgozom. Vízkészítés, radioaktív hulladékkezelés és korrózió elleni védelem témában számos új technológia és eljárás fejlesztésének, bevezetésének kezdeményezője és részese voltam.

A folyékony radioaktív hulladékok térfogatcsökkenető feldolgozásának találmányát – melynek társ feltalálója vagyok – folyamatosan alkalmazza a Paksi Atomerőmű.

1997-ben az új szekunderkörü vízüzemi eljárásunkért, - mely az atomerőművi gőzfejlesztők élettartam növelésnek kulcsa - alkotótársainkkal Innovációs elismerésben részesültünk.

A jogosult neve

G.I.C. Ipari Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.

A jogosult bemutatkozása

G.I.C. Kft. 1990-ben alakult. Jelenlegi tevékenységét 1994 óta folytatja. Fő partnere a Paksi Atomerőmű Rt.. Fő tevékenységi köre kutatás-fejlesztés. Székhelye Budapesten van, de a kutatás és a kísérleti gyártás Bakonyszentlászlón folyik. A cég ISO 2000 minőségbiztosítási rendszerrel, valamint atomerőművi minősítéssel is rendelkezik.



A megoldás környezetvédelmi fesorolása (aláhúzandó)

Mérés, értékelés – Tisztítás – Ártalmatlanítás – Újrahasznosítás – Ártalom csökkentése – Káros hatás kivédése – Természeti erőforrás kímélése – Egyéb:

A megoldás megvalósításának foka (aláhúzandó)

Még nincs megvalósítás – Terv – Modell – Kísérletezés – Prototípus – Termék – Működő eljárás

A Paksi Atomerőmű Rt.-nél a primerkörben keletkező bórsavas hulladék oldatot az erőmű működésének kezdete óta besűrítik és tárolják. A víz alatti plazma technológiának a hulladékoldat újra hasznosításában van szerepe. A technológiánk alkalmazásával a meglévő több ezer köbméter hulladék oldat fokozatosan megszüntethető, a hulladék oldatban lévő bórsav a kezelés után újrahasznosítható.

Az ipari méretű Co-eltávolító berendezés előzménye a Paksi atomerőműnél működtetett Fe-EDTA hulladék oldat kezelő ipari technológiánk, mely 1998-2000-ben folyamatosan működött, és amellyel közel 2000 m³ (sűrítés előtt) radioaktív hulladék oldat Fe-EDTA tartalmát roncsoltuk el. A Co-eltávolító berendezés elve részben ezen alapult, és ez jelentette a Paksi Atomerőmű számára a referenciát.

A kedvező laboratóriumi méretű, modell és valós hulladék oldatokkal végzett kísérletek után, a méretnövelési számítások alapján elkészítettük az ipari méretű berendezés terveit. A terveket a Paksi Atomerőműben a megfelelő szervezeti egységek zsúrízték, majd az átalakítási engedélyek birtokában legyártattuk a berendezéseket és a helyszínen megtörtént a reaktorok, puffer tartályok és egyéb technológiai egységek telepítése és beépítése. A technológiai egységek összeépítése után egyedi próbákat végeztünk, majd megtörtént a teljes berendezés technológiai beüzemelése. Jelenleg a technológiai paraméterek optimalizálását végezzük.

A berendezés egy továbbfejlesztett, pilot méretű változatát legyártottuk és beüzemeltük a Koreai Nukleáris Energetikai Kutató Intézet (KEPRI) számára 2004-ben.

A víz alatti plazma technológiánk egy újabb lehetséges alkalmazási területe az olajiparban keletkező lugos hulladék oldat szervesanyag mentesítése, regenerálása. Ezen a területen jelenleg laboratóriumi méretű kísérleteket végzünk. A MOL Rt.-ből származó szerves kén tartalmú híg NaOH oldattal végzett kísérletek eredményei kedvezőek. Egy pilot méretű berendezés helyszíni telepítéséről és próbájáról tárgyalásokat folytatunk.

Alkalmazási terület (aláhúzandó)

Általános – Ipar – Mezőgazdaság – Vízgazdálkodás – Építés – Energia – Közlekedés – Hírközlés – Kereskedelem – Háztartás – Oktatás – Szórakozás – Egészségügy – Egyéb:

Bemutató:

Víz alatti plazma technológia ipari alkalmazásának bemutatása

A G.I.C. Kft. által kidolgozott technológia lényegében egy teljesen új típusú "hulladékégető" technológia. Maga a plazma létrehozása is teljesen egyedi, eddig nem ismert módon történik. Az eljárással más módon nehezen lebontható, vizes oldatban jelenlévő szerves anyagok roncsolhatók el nagy hatékonysággal anélkül, hogy a vizet el kellene párologtatni. Így a technológia eredményesen alkalmazható különböző szerves anyag tartalmú ipari szennyvizek kezelésénél.

A módszer alapja, hogy a megfelelő vezetőképességű vizes oldatokba merített elektródok és az oldat határfelületén a alacsony vagy nagy frekvenciás váltóáram hatására plazma zóna alakul ki, melyben a szervesanyagok termikus és kémiai bomlást szenvednek. A bomlás hatékonysága és teljessége tovább fokozható oxidatív környezet kialakításával, melyet pl. hidrogén-peroxid folyamatos, szabályozott adagolásával biztosítunk. A plazma magas hőmérséklete és UV sugárzása, valamint az oxidálószer oxidatív hatása együttesen eredményezi a szervesanyag bomlását. A minimum 10 Hz-s váltakozó polaritású elektródok miatt elektrokémiai reakció nem játszódik le, tehát durranógáz nem képződhet. A szerves anyag fokozatos bontása a kívánt mértékig több lépésben történhet. A teljes bontásakor szén-dioxid, nitrogén és víz keletkezik, míg az oldat szervesetlen só tartalma változatlan.

A technológia működése közben az átfolyó áram hatására a hulladékvíz forrásponton van, így annak tetszőleges arányú bepárlása is elvégezhető szabályozott páraelvétellel. Ha a hulladékvíz vezetőképessége és pH-ja megfelelő, akkor nincs szükség külön vegyszer adagolásra, ezáltal a hulladék oldat szárazanyag tartalma nem növekszik.

Co-izotop eltávolítása radioaktív bórsavas hulladék oldatból

Jelenleg az ipari méretű fejlesztésünket optimalizálisa folyik a Paksi Atomerőmű Rt. primer körében. A berendezés célja a Paksi Atomerőműben a normál működés során keletkező bórsavas hulladék oldat Co-izotópjainak eltávolítása. A komplex-bontó berendezés része az erőművi hulladékfeldolgozási rendszernek, tervezett kapacitása 315dm³/óra.

A Paksi Atomerőműben a primerkörben keletkező bórsavas hulladék oldatot az erőmű működésének kezdete óta besűrítik és tárolják. Jelenleg az eredetileg tervezett tároló kapacitás megtelt. Két lehetőség van: újabb tárolók építése, vagy a meglévő hulladék oldat feldolgozása, a bórsav újra hasznosítása. A víz alatti plazma technológiának a hulladékoldat újra hasznosításában van szerepe. A technológiánk alkalmazásával a meglévő több ezer köbméter hulladék oldat fokozatosan megszüntethető, a hulladék oldatban lévő bórsav a kezelés után újrahasznosítható.

Az erőmű bórsavas hulladék feldolgozási rendszerének lényege, hogy a bórsavas sűrítmenyből a bórsavat kikristályosítják. A jelenlegi körülmények között azonban a kristályosított bórsav radioaktív. Ennek oka, hogy a bórsavas hulladék oldat kis mennyiségben komplexképzőt

(EDTA, oxálsav, citromsav) is tartalmaz, mely a radioaktív kobalt izotópokat oldatban tartja. Ezek az izotópok a bórsav kristályok zárvaiban is megjelennek. Ez okozza a bórsav kristályok aktivitását.

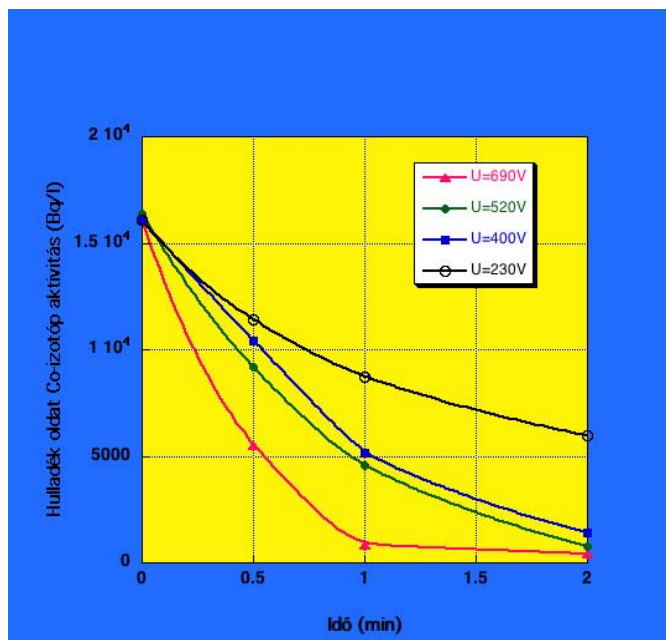
A víz alatti plazma technológia segítségével a bórsavas hulladék oldat szerves komplexképző tartalmát elröncsoljuk. A technológia fő egységei (lásd 5. ábra) a 3 db sorba kötött plazma reaktor, a 2 db utóbontó reaktor, a szűrő egységek, valamint a kondenzvíz gyűjtő és visszatápláló rendszer. A technológia elején van a feladó tarály, ahonnan folyamatosan, 315 dm³/h sebességgel adagoljuk a tisztítandó bórsavas sűrítményt. A technológia végén a kobalt mentesített, tisztított bórsavas oldatot egy gyűjtő tartályban gyűjtjük további feldolgozásra. A plazmában történő bomlást hidrogén-peroxid oldat adagolásával fokozzuk.

A plazma reaktorok külön-külön cirkulációs körbe vannak beépítve, melyek puffer tarályt és cirkulációs szivattyút is tartalmaznak. A szervesanyag röncsolása a plazma reaktorokban történik. A puffer tartály és a cirkulációs szivattyú a reaktorok folyamatos folyadék ellátását, valamint a hulladék oldat és a hozzá adagolt hidrogén-peroxid tökéletes elkeveredését biztosítja. A hulladék oldatot az első reaktor puffer tartályába tápláljuk folyamatosan, majd a cirkulációs kör túlfolyóján keresztül folyamatosan túlfolyik a következő reaktor puffer tartályába. Végül a harmadik cirkulációs körből a hulladék oldat az utókezelő tartályokba jut. A röncsolás legnagyobb része (több, mint 90%) a bontó reaktorokban történik. Az utókezelő tartályokban a finom tisztítás, valamint a kezdeti bórsavkoncentráció visszaállítása történik. A reaktorokban keletkező párat kondenzátoron átvezetve egy tartályban gyűjtjük, ahonnan szivattyúval visszajuttatjuk a cirkulációs körökbe. Ezzel a bórsavas sűrítmény oldat túlzott bepárlódását akadályozzuk meg. A röncsolás után a Co izotópok a lúgos oldatban Co-hidroxid csapadék formájában kiválnak és a technológiai sor végén egy 1mikrométeres szűrővel folyamatosan kiszűrjük. A technológia segítségével a kezdeti 20.000 Bq/l Co-aktivitású hulladék oldat aktivitása kevesebb mint 50 Bq/l.

A technológia folyamatos működésű. Az eljárás előnye más hulladékkezelési technológiákhoz képest, hogy plusz vegyszerként csak hidrogén-peroxidot használunk, melyből oxigén és víz lesz. Így nem növekszik a hulladék oldat sótartalma. Mivel a bórsavas hulladék oldat sótartalma magas (telített), így a hulladék oldat elősűrítését nem lehet alkalmazni. Ezért a bontás további fokozására az elektródokra kapcsolt fázisfeszültséget növeltük. Az ipari technológiában alkalmazott berendezés fázisfeszültsége 520 V. A technológia indításakor rövid ideig, a plazma begyűjtéséig és stabilizálódásáig az áramfelvétel a működési áram 8-10 szerese. A hálózati terhelés csökkentésére egy tirisztoros áram korlátozó-szabályzó egységet fejlesztettünk ki és építettünk be a táphálózatba. Ennek segítségével elkerülhető a hálózat túlterhelése, illetve a finom indításhoz szükséges hosszadalmas eljárás.

Az 1. ábrán a Co-aktivitás csökkenése látható a kezelés hatására, különböző fázisfeszültség mellett, illetve a 2. ábrán a Paksi Atomerőmű Rt.-nél beépített berendezés fényképe látható. Az 1. ábrán jól látható, hogy a feszültség növelésével nő a szervesanyag bontási sebessége és ezáltal a Co-izotópok eltávolításának hatékonysága.

1. ábra
Co-izotóp eltávolítása különböző fázisfeszültségen



2. ábra
Co-izotóp eltávolító, komplex-bontó berendezés képe a Paksi Atomerőmű Rt. primer körében



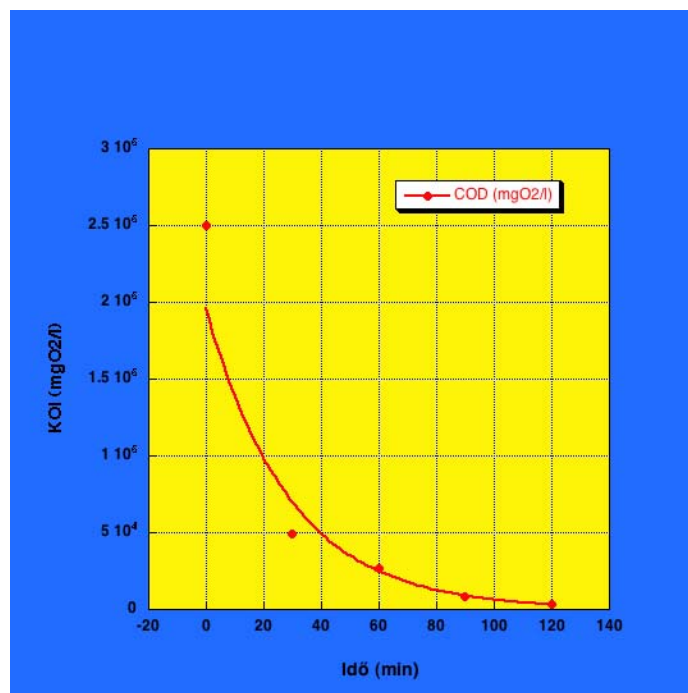
Olajipari hulladékvíz kezelés

A víz alatti plazma bontó berendezés másik lehetséges nagy alkalmazási területe az olajiparban keletkező szerves kén tartalmú hulladék oldatok tisztítása. Ezen a területen jelenleg csak labor méretű kísérleteket végeztünk, de a biztató eredmények alapján tárgyalást folytatunk a MOL Rt.-vel egy pilot méretű berendezés telepítésére és helyszíni próbájára.

A labor méretű kísérleteket a különböző kőolaj párlatok szerves kén tartalmának eltávolításakor használt mosó oldat regenerálására végeztük. Az olajiparban jól ismert MEROX eljárás lényege, hogy a kőolajat híg (kb. 10 %) NaOH tartalmú oldattal mosva a szerves kén tartalmú szennyezők a vizes fázisba mennek át. Amikor a mosó oldat telítődik, a további tisztításhoz friss oldatot kell használni, míg a kimerült oldatot megsemmisíteni, vagy regenerálni kell. Ezen mosó oldat regenerálása jelenleg nem megoldott. Az általunk kifejlesztett technológia működési elve megegyezik a fent ismertetett Co-izotóp eltávolító berendezéssel. Lényege ennek is az, hogy a híg vizes oldat szerves anyag tartalmát oly módon csökkentjük, hogy ne változzon a hulladék oldat szervesetlen só tartalma. A kísérleteket a MOL Rt.-től származó hulladék oldattal végeztük. A szerves anyag bontását a kémiai oxigénigény (KOI) mérésével követtük. A 3. ábrán látható, hogy a kezelés hatására ez eredeti hulladék oldat 250.000 mgO₂/l körüli KOI értéke a kezelés hatására 4.000 mgO₂/l-s érték alá csökkent. A kezelés energia igénye 4-5 kWh/l volt.

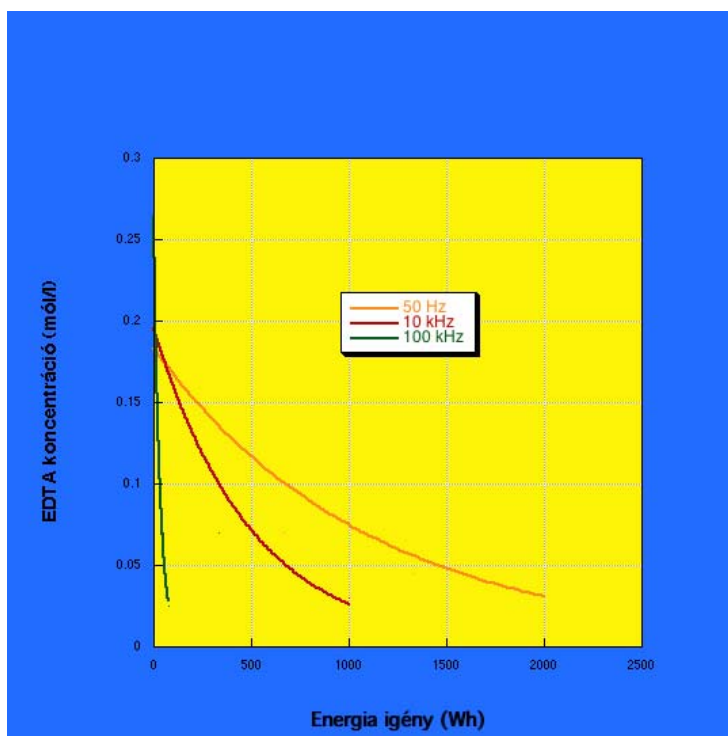
3. ábra

Kémiai oxigénigény (KOI) csökkenése a MEROX eljárás hulladék oldatának kezelésekor



A víz alatti plazma bontó berendezés energiaigénye a legutóbbi fejlesztéseink alapján jelentősen csökkenthető a tápfeszültség frekvenciájának növelésével. A hagyományos 50 Hz alkalmazásával szemben 10 kHz-nél az energia szükséglet kb. fele, míg 100 kHz esetén kb. egy tizede. A 4. ábrán látható, hogy azonos bontási fok (maradék EDTA tartalom) eléréséhez nagy frekvencián lényegesen kevesebb energia szükséges. Ez a jelenség a nagy frekvencián fokozottan jelentkező Doppler-hatással magyarázható, mely növeli a víz alatti plazmának a molekuláris kötésekre gyakorolt roncsoló hatását.

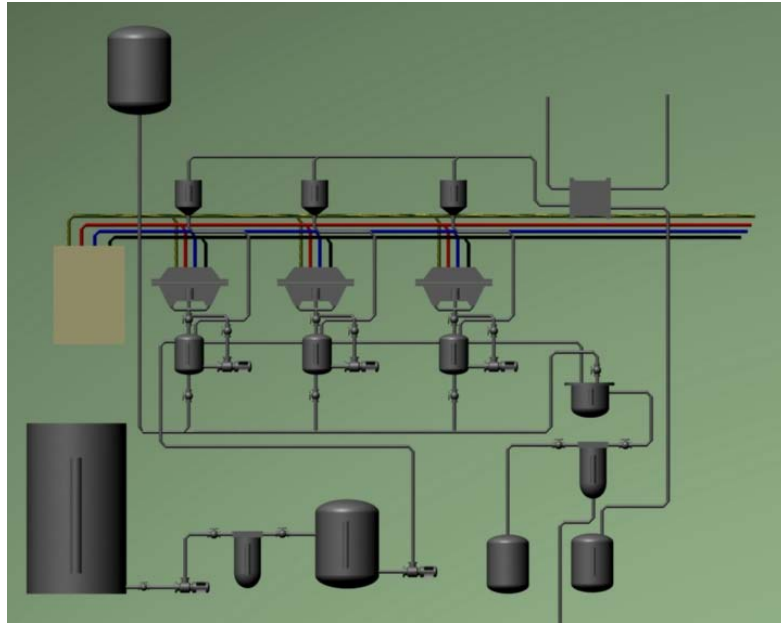
4. ábra
Víz alatti plazma bontó berendezés energiai igénye különböző frekvencián



Az eddigieket összefoglalva elmondható, hogy a víz alatti plazma bontó berendezés szélés körben alkalmazható minden olyan esetben, ahol a hulladék oldat híg vizes oldat, elektromosan vezet és olyan kis mennyiségben tartalmaz szerves anyagot, hogy a hagyományos égetés nem lenne gazdaságos, vagy környezetvédelmi okokból eleve kizárt bármely koncentrációnál a szervesanyag tartalom elégetése. A hulladék oldat besűrítése és tárolása ma már nem tekinthető hulladék kezelésnek. A hagyományos szervesanyag mentesítési technológiák mindegyikére az jellemző, hogy a kezelés során nő a hulladék oldat sótartalma. Az általunk kidolgozott technológiánál az imént felsorolt hátrányos tulajdonságok nem jelentkeznek. A víz alatti plazma bontó berendezések kialakítása és kezelése viszonylag egyszerű, megfelelő betanulás után nem igényel különlegesen képzett kezelő személyzetet. A berendezések az igényeknek megfelelően különböző méretben és kapacitással elkészíthetők: labor mérettől az ipari alkalmazásig. Az ipari hulladékkezelésen túl lehetséges alkalmazás a különböző szerves laboratóriumokba telepített mobil berendezések,

gyógyszeriparban, illetve az egészségügyben keletkező veszélyes biológiai hulladékok ártalmatlanítása.

5. ábra
Az ipari Co-izotop eltávolító plazma berendezés logikai sémája



Környezetvédelmi vonatkozások kiemelése, előnyök:

Víz alatti plazma technológia környezetvédelmi vonatkozása, előnyei

A víz alatti plazma technológia széles körben alkalmazható minden olyan esetben, ahol a hulladék oldat híg vizes oldat, elektromosan vezet és olyan kis mennyiségben tartalmaz szerves anyagot, hogy a hagyományos égetés nem lenne gazdaságos, vagy környezetvédelmi okokból eleve kizárt bármely koncentrációnál a szervesanyag tartalom elégetése. A hulladék oldat besűrítése és tárolása ma már nem tekinthető hulladék kezelésnek. A hagyományos szervesanyag mentesítési technológiák mindegyikére az jellemző, hogy a kezelés során nő a hulladék oldat sótartalma. Az általunk kidolgozott technológiánál az imént felsorolt hátrányos tulajdonságok nem jelentkeznek.

A víz alatti plazma bontó berendezések kialakítása és kezelése viszonylag egyszerű, megfelelő betanulás után nem igényel különlegesen képzett kezelő személyzetet. A berendezések az igényeknek megfelelően különböző méretben és kapacitással elkészíthetők: labor mérettől az ipari alkalmazásig.

A technológia során vegyszerként csak hidrogén-peroxidot adagolunk, melyből víz és oxigén lesz. A bontás során a nagy molekulájú (biológiailag nem bontható) szerves vegyületből biológiailag bontható komponensek keletkeznek. Szükség szerint, megfelelő technológiai paraméterek beállításával a roncsolás elvihető víz, szén-dioxid és nitrogén végtermékig.

Az ipari hulladékkezelésen túl a technológia alkalmazható a különböző szerves laboratóriumokba telepített mobil berendezésekként is, ahol a laborkísérletek során keletkező szerves hulladékokat lehet ártalmatlanítani. Lehetséges felhasználási terület az egészségügyben keletkező veszélyes biológiai hulladékok (vér és vizelet minták, stb) ártalmatlanítása, továbbá a gyógyszeriparban keletkező szerves hulladékok megsemmisítése.

Környezetvédelmi vonatkozások bizonyítékai:

Víz alatti plazma technológia környezetvédelmi alkalmazása

A plazma technológiánkra jelenleg a laborkísérleti eredményeken túl két ipari és egy félüzemi (pilot) alkalmazásunk van. Az ipari technológiákat mindkettőt a Paksi Atomerőmű Rt. számára készítettük, ahol radioaktív hulladékfeldolgozást végeztünk. Mindkét esetben a hulladékkezelés más, hagyományos módszerrel nem lett volna megoldható, maradt volna a radioaktív hulladék tárolása.

- Fe-EDTA bontó berendezésünkkel közel 2000 m³ radioaktív hulladék oldat EDTA tartalmát roncsoltuk el. A kezelést követően a hulladék oldat a normál atomerőművi technológiával tovább kezelhető lett. A berendezést 1999-2000-ben működtettük, amíg a hulladék oldat el nem fogyott.

6. ábra
Fe-EDTA bontó berendezés



- A Co-izotóp eltávolító berendezés szintén a Paksi Atomerőmű számára készült. A berendezés segítségével a radioaktív bórsavas hulladék oldat aktivitását 20.000 Bq/l-ről 50 Bq/l alá csökkentettük. Ezáltal a kezdetben radioaktív hulladék kibocsájtató, a bórsav inaktív anyagként kikristályosítható. A technológia inaktív próbája megtörtént, jelenleg az optimális paraméterek beállítása folyik.



- A pilot méretű berendezésünkkel a Koreai Nukleáris Energetikai Kutató Intézetben kísérleteket végeznek az ott keletkező, komplexképző (szerves anyag), radioaktív anyag ártalmatlanítására. Jelenleg erre ipari technológiájuk nincs. A mostanáig használt laboratóriumi méretű berendezés alkalmazása számos egyéb környezetvédelmi problémát vet fel. A sikeres félüzemi kísérletek alapján ipari alkalmazás is lehetséges.

A rendelkezésre álló dokumentáció megnevezése, hivatkozások

- Paksi Atomerőmű referencia nyilatkozat,
- IX. Magyar Innovációs Nagydíj Pályázat bírálóbizottsága kiemelt elismerése,
- Szabadalmi leírás (magyar),
- Szabadalmi leírás: EU, USA, Kanada, Korea, Oroszország, Dél-Afrikai Köztársaság, Japán, Kína, Ukrajna,
- European Patent Office Certificate /Nr. 14068443/,
- EDTA-bontó berendezés tervei,
- ⁶⁰Co-bontó berendezés tervei,

Kapcsolat

Név: Schremmer István
Postai cím: 1118 Budapest, Tűzkő u. 7. fsz. 4.
E-mail: gic@starkingnet.hu
Fax: 06 1 246 1658, 06 1 319 1146
Telefon: 06 1 246 1658, 06 1 319 1146