



HU000035115T2

(19) **HU**(11) Lajstromszám: **E 035 115**(13) **T2****MAGYARORSZÁG****Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala**

EURÓPAI SZABADALOM SZÖVEGÉNEK FORDÍTÁSA

(21) Magyar ügyszám: **E 08 877917**(22) A bejelentés napja: **2008. 11. 10.**(51) Int. Cl.: **C07C201/08** (2006.01)**C07C205/06** (2006.01)

(96) Az európai bejelentés bejelentési száma:

EP 20080877917

(86) A nemzetközi (PCT) bejelentési szám:

PCT/CA 08/001959

(97) Az európai bejelentés közzétételi adatai:

EP 2352717 A1 **2010. 05. 14.**

(87) A nemzetközi közzétételi szám:

WO 10051616

(97) Az európai szabadalom megadásának meghirdetési adatai:

EP 2352717 B1 **2017. 08. 23.**

(72) Feltaláló(k):
**BERRETTA, Sergio, Vancouver British Columbia V6P
3R6 (CA)**

(73) Jogosult(ak):
Noram International Limited, Dublin 2 (IE)

(74) Képviselő:
**Gödölle, Kékes, Mészáros & Szabó
Szabadalmi és Védjegy Iroda, Budapest**

(54) **Adiabatikus eljárás mononitrobenzol előállítására**

Az európai szabadalom ellen, megadásának az Európai Szabadalmi Közlönyben való meghirdetésétől számított kilenc hónapon belül, felszólalást lehet benyújtani az Európai Szabadalmi Hivatalnál. (Európai Szabadalmi Egyezmény 99. cikk(1))

A fordítást a szabadalmas az 1995. évi XXXIII. törvény 84/H. §-a szerint nyújtotta be. A fordítás tartalmi helyességét a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala nem vizsgálta.

10455D

EP 2 352 717 B1

ADIABATIKUS ELJÁRÁS MONONITROBENZOL ELŐÁLLÍTÁSÁRA

Leírás

A találmány műszaki területe

[0001] A találmány mononitrobenzol előállítására szolgáló javított eljárásra vonatkozik. Közelebbről, olyan adiabatikus nitrálási eljárásra vonatkozik, amely minimalizálja a nem-kívánt melléktermékek képződését.

A találmány háttere

[0002] Mononitrobenzolt iparilag számos adiabatikus nitrálási technológia alkalmazásával állítanak elő. Az adiabatikus nitrálást először Castner vezette be, amint az a US 2,256,999 számú szabadalmi leírásban is van írva. A benzol adiabatikus nitrálása helyettesítette a korábban alkalmazott energia-intenzív izotermális nitrálási eljárást.

[0003] Az 1970-es évek vége felé Alexanderson és munkatársai változtatásokat javasoltak a Castner-féle adiabatikus nitrálási eljárás összetétel- és hőmérséklet-korlátai vonatkozásában, ami egy iparilag használható eljáráshoz vezetett, amelyet a US 4,021,498 és US 4,091,042 számú szabadalmi leírásokban ismertetnek. A US 4,021,498 számú szabadalmi leírásban olyan, mononitrobenzol előállítására alkalmas eljárást ismertetnek, amely vegyes savat alkalmaz, ahol a salétromsav erőssége 5 – 8,5 tömeg%, a kénsav erőssége 60 - 70 tömeg%, és a víz mennyisége 25 %-nál nem kevesebb, a kiindulási reaktáns-hőmérséklet a 40 °C - 80 °C tartományban van. A US 4,091,042 számú szabadalmi leírásban ismertetett javított eljárás vegyes savat alkalmaz, ahol a salétromsav erőssége 3 – 7,5 tömeg%, a kénsav erőssége 58,5 – 66,5 tömeg%, és a megmaradó rész víz. A kiindulási vegyes sav hőmérséklet a 80 °C - 120 °C tartományban van. A technika állása szerinti izotermális technológiával összehasonlítva, ezek a körülmények a dinitrobenzol melléktermék képződésének csökkenéséhez vezettek, a '042 számú



SZTNH-100081860

szabadalmi leírásban közöltek szerint 500 ppm-nél alacsonyabb értékre. Az Alexanderson és munkatársai szabadalmi leírásaiban ismertetett körülmények között azonban még mindig magas szinten képződnek a melléktermék nitrofenolok.

[0004] Az 1990-es évek óta épített legtöbb új ipari mononitrobenzol adiabatikus üzem a Guenkel és munkatársai által a US 5,313,009 számú szabadalmi leírásban ismertetett eljárási körülményeken alapul. Guenkel és munkatársai a benzol nitrálására a körülmények egy új kombinációját javasolták, amely csökkentette az oxidációs melléktermékek (azaz nitrofenolok) képződését a technika állása szerintinél alacsonyabb szintre. A Guenkel és munkatársai eljárásában a vegyes sav kiindulási hőmérsékletének a 97 °C - 120 °C tartományban kell lennie. A reakciósebességekről azt mondják, hogy magas szinten tartják a reaktorba bevezetett vegyes sav magas (azaz 97 °C fölötti) hőmérsékletével, és a kénsav erősségének viszonylag magas értéken tartásával. A nitrofenol melléktermék képződése a Guenkel és munkatársai által leírt körülmények között 1700 ppm nagyságrendű. Kísérletek azt mutatták, hogy a dinitrobenzol melléktermék képződése a Guenkel és munkatársai által leírt körülmények között a 250 - 300 ppm tartományban van.

[0005] Quadros és munkatársai "Különböző Modellező Megközelítések egy Heterogén Folyadék-Folyadék Reakciós Eljárásra" címmel az Industrial & Engineering Chemistry Research, 44. kötet, 25. szám, 2005, 9414-9421. oldal irodalmi helyen multivariációs lineáris regressziós technikákat alkalmaznak modellek kifejlesztésére mononitrobenzol előállítására szolgáló eljárás optimalizálására. Az Ind. Eng. Chem. Res, 2004, 4438-4445. oldal irodalmi helyen a benzol üzemben megvalósított adiabatikus nitrálását ismertetik.

[0006] A mononitrobenzol ipari termelésénél a képződött fő szennyezések a nitrofenolok és a dinitrobenzol. Ezen szennyezések szintjének a csökkentése nagyon fontos cél a szakterületen. Az ipariilag előállított mononitrobenzol legnagyobb részét anilin előállítására használják, és ezekről a szennyezésekről azt gondolják, hogy ezek a fő vegyületek, amelyek negatívan hatnak a katalizátor életére a downstream anilin eljárásban. Ezeknek a melléktermékeknek az eltávolításához és kezeléséhez szükséges üzemi költség és tökebefektetés jelentős.

A találmány összefoglalása

[0007] A jelen találmány olyan eljárást bocsát rendelkezésre mononitrobenzol előállítására, amely jelentősen csökkenti a nitrofenol és dinitrobenzol melléktermékek képződését a technika állása szerinti eljárásokhoz viszonyítva, miközben egy elfogadhatóan magas reakciósebességet tart fenn.

[0008] A fentieknek megfelelően, a találmány folyamatos adiabatikus eljárást bocsát rendelkezésre benzol mononitrálására, amely tartalmazza a következő lépéseket: biztosítunk egy reaktorban benzolt és vegyes savat, a vegyes sav tartalmaz 3 tömeg%-nál kevesebb salétromsavat, 55 - 80 tömeg% kénsavat és vizet, a vegyes sav kiindulási hőmérséklete a 60 °C - 96 °C tartományban van; és hagyjuk a benzolt és a vegyes savat reagálni mononitrobenzolt tartalmazó kompozíció előállítására. Az eljárás során körülbelül 1500 ppm-nél kisebb mennyiségben képződnek nitrofenolok, és körülbelül 100 ppm-nél kisebb mennyiségben képződik dinitrobenzol, más esetben 1200 ppm-nél kisebb mennyiségben képződnek nitrofenolok és 50 ppm-nél kisebb mennyiségben képződik dinitrobenzol.

A rajz rövid leírása

[0009] Az 1. ábra a mononitrálási eljárás folyamatábrája, amely dugós áramlásos nitrátort (nitráló berendezést) alkalmaz a találmány egyik megvalósítási módja szerint.

Az előnyös megvalósítási módok részletes leírása

[0010] Általánosan fogalmazva, az eljárás során salétromsavból, kénsavból és vízből elegyet készítünk, amelyre „vegyes sav”-ként utalunk, ezt egy reaktorba tápláljuk, benzolt táplálunk a reaktorba, hagyjuk a vegyes savat és benzolt reagálni mononitrobenzol előállítására olyan körülmények között, ahol az elegyet folyamatosan vagy periodikusan keverjük, és elválasztjuk a mononitrobenzolt a használt savtól. A reaktánsok koncentrációját és hőmérsékletét gondosan ellenőrizzük, hogy a kívánt eredményeket érjük el, amint azt a következőkben leírjuk.

[0011] A nitrálási eljárást végezhetjük számos reaktor típus elrendezésben, például, de nem kizárólag, dugós áramlásos reaktorokban, egy vagy több, sorba kapcsolt kevert-edényes reaktorban, vagy dugós áramlásos reaktorok és (egy vagy több) kevert-edényes reaktor kombinációjában. A kevert-edényes reaktorokat keverhetjük folyamatosan vagy megszakításokkal. Szemléltetés céljából a dugós áramlásos reaktorban végzett eljárást írjuk le, amely az 1. ábrán látható.

[0012] A 10 dugós áramlásos nitráló reaktor fogadja az (újra)töményített kénsav áramát a 12 vezetékből és a salétromsav áramát a 14 vezetékből. A két sav áramát összekeverjük a 16 vezetékben a nitrátorba való belépés előtt. A 16 vezetékben levő vegyes sav reaktáns árama, amely tartalmaz salétromsavat, kénsavat és vizet, belép a nitrátorba. A salétromsav koncentrációja a vegyes savban 3 tömeg%-nál kisebb, más esetben körülbelül 2,0 – 2,9 tömeg%, más esetben körülbelül 2,2 tömeg%. A kénsav koncentrációja a vegyes savban 55 - 80 tömeg%, más esetben körülbelül 60 - 73 tömeg%, más esetben körülbelül 65 tömeg%. A vegyes sav többi része víz, amely részben a salétromsav-áramból, részben a töményített kénsav-áramból jön. A vegyes sav áramot a 10 nitrátorba tápláljuk. A vegyes sav áramának hőmérséklete a 60 - 96 °C tartományban, más esetben a 70 - 90 °C tartományban van, más esetben körülbelül 80 °C. A benzol reaktáns áramát a 18 vezetékből tápláljuk be, az keveredik a vegyes savval. A benzolt 5-15 %, előnyösen 6-8 % sztöchiometriai feleslegben tápláljuk be a salétromsavra vonatkoztatva. A benzolt betáplálhatjuk szobahőmérsékleten vagy előmelegíthetjük, hogy energiát takarítsunk meg az eljárás megvalósítása során.

[0013] Nem szükséges a vegyes savat előállítani a nitrátorba való belépés előtt: a salétromsavat és kénsavat betáplálhatjuk külön-külön is a nitrátorba, így a vegyes sav a nitrátorban képződik.

[0014] A benzolt és a vegyes savat hagyjuk reagálni, miközben a nitrátoron keresztül haladnak, olyan körülmények között, ahol az elegyet folyamatosan vagy periodikusan keverjük, amíg a reakció teljessé nem válik, ez körülbelül 300 másodperc alatt történik meg.

[0015] Az eljárás egyik megvalósítási módja, hogy 80 °C vagy alacsonyabb hőmérsékletű vegyes savval végezzük. Mivel a benzol atmoszferikus körülmények között 80,1 °C-on forr, az eljárás javasolt megvalósítási módjának további előnye, hogy hagyja az eljárást megvalósulni lényegében atmoszferikus nyomáson a reaktor hosszában.

[0016] A folyékony reakcióelegy kilép a nitrátorból és a 20 vezetéken át a 22 szeparátorba lép. Itt a mononitrobenzol terméket elválasztjuk a használt savtól, a mononitrobenzolt eltávolítjuk a 24 vezetéken át, és a használt sav a 26 vezetéken át a 28 kénsav-töményítőbe jut.

[0017] Eltávolítunk vizet a töményítőből a 30 vezetéken át, és az újratöményített kénsavat visszavezetjük a 12 vezetéken át a 10 nitrátorba.

[0018] A találmány szerinti adiabatikus eljárás esetében a reaktor átlagos hőmérsékletét, amelyről úgy gondoljuk, hogy nagymértékben befolyásolja a melléktermék-képződést, meghatározza a kiindulási vegyes sav hőmérséklet és a vegyes savban levő salétromsav koncentrációja. A feltaláló úgy gondolja, hogy gyakorlati szempontból a salétromsav erősségét a vegyes savban olyan alacsonyan kell tartani, amilyenén csak lehet, hogy korlátozzuk a hőmérséklet-emelkedést a reaktorban, és javítsuk a reaktor hatékonyságát a betáplált anyag konverziója tekintetében. Úgy gondolja, hogy magasabb konverziós sebesség könnyebben kapható a vegyes savban levő salétromsav alacsony erősségénél a következő hatások miatt. Alacsony salétromsav erősségnél a benzol tömegáram, amely arányos a salétromsav tömegárammal, alacsony marad a kevert sav áramához viszonyítva, ami javítja a benzolfázis diszpergálódó képességét és csökkenti a benzolfázis összefolyási (koaleszcencia) sebességét, amelyek mindegyike javítja a reaktor hatékonyságát. Továbbá, ilyen körülmények között nő a salétromsav nitróniumionná történő disszociációja. A vegyes savban lévő, kívánt alacsony salétromsav-erősség eredményeként a salétromsav-erősség hőmérséklet-emelkedésre gyakorolt hatása a reaktorban mérsékelt. Ezért a kiindulási vegyes sav hőmérséklet az, ami legnagyobb hatással van az átlagos reakcióhőmérsékletre.

[0019] A találmány szerinti nitrálási reakció kívánatos körülményei így alacsony kiindulási vegyes sav hőmérséklet, a vegyes savban a salétromsav 3 tömeg% alatti koncentrációja, és a vegyes savban a kénsav aránylag alacsony erőssége. Ezekről a körülményekről azt várnánk, hogy nagyon alacsony reakciósebességet eredményeznek. Azonban, a feltaláló megállapította, hogy ezen körülmények között a reakciósebességek kielégítően magasak ahhoz, hogy egy célszerű ipari eljárásban alkalmazzuk azokat. A részletezett eljárás-körülmények majdnem 50 %-os nitrofenol-csökkenéshez és párhuzamosan körülbelül a dinitrobenzol-képződés egy nagyságrenddel történő csökkenéséhez vezettek azokhoz a

szintekhez viszonyítva, amelyeket a Guenkel és munkatársai által a US 5,313,009 számú szabadalmi leírásban ismertetett eljárás ad. A találmány szerinti eljárás alkalmazásával a nitrofenol melléktermék képződése 1500 ppm-nél kisebb, előnyösen 1200 ppm-nél kisebb, előnyösebben 1000 ppm-nél kisebb; és a dinitrobenzol melléktermék képződése 100 ppm-nél kisebb, előnyösen 80 ppm-nél kisebb, és előnyösebben 50 ppm-nél kisebb.

[0020] A részletezett eljárási körülmények között a reaktánsok teljes konverzióját megközelítőleg 300 másodperc alatt kapjuk. Ez egy meglepően gyors reakciósebesség. Anélkül, hogy egy konkrét elméletre korlátoznánk magunkat, úgy gondoljuk, hogy a gyors reakcióidő ezen körülmények között a reakció heterogén természetének tudható be. A homogén benzol-nitrálás sebességi állandójáról ismert, hogy gyorsan csökken alacsonyabb hőmérséklettel és alacsonyabb sűrűséssel (lásd például: N.C. Marziano, A. Tomasin, C. Tortato and J.M. Zaldivar, "Aromás vegyületek termodinamikai nitrálási sebességei." 4. rész: A $\text{HNO}_3\text{-NO}_2^+$ egyensúly, a nitrálás sebessége és az oldószer savas tulajdonságainak hőmérséklet-függése kénsavban", J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2 (1998) 1973-82), ami alapján elfogadhatatlanul hosszú reakcióidőket várunk alacsony sűrűségnél és hőmérsékleten. Azonban az ipari méretben megvalósított reakció olyan körülmények között játszódik le, ahol a benzol második fázisként van jelen. Az ilyen két-fázisú reakcióban a sebességet szintén befolyásolja a reaktánsoknak a fázisok közötti mozgási képessége, valamint a reaktánsok reakcióképessége a fázisokban. Emiatt a teljes sebességet, az egyszerű nitrálási sebességi állandó mellett, számos tényező befolyásolhatja. Ezek a tényezők többek között: a különböző reagáló komponensek oldhatósága a két fázisban, azok aktivitási koefficiense a fázisokban, és azok diffúziós koefficiense. A reakciót befolyásolja a két fázis közötti határfelületi terület is, amelyre viszont hatással van a felületi feszültség, a két fázis egymással való elegyedőképességének a mértéke és a fázisok viszkozitása és sűrűsége. Végül, az ipari vegyes sav tulajdonságai különbözni fognak azokról, amelyekről az irodalomban beszámoltak, a feloldott szerves vegyületek (főként benzol és mononitrobenzol) jelenléte és a jellemzően alkalmazott magasabb salétromsav erősség miatt. Mindezen tényezők egymással kölcsönhatásban vannak, és ezeket befolyásolja a hőmérséklet és a vegyes sav összetétele, és azt gondoljuk, hogy

ezen tényezők bizonyos kombinációja lehet az itt ismertetett eredmények hátterében.

[0021] A kapott eredmények arra utalnak, hogy egy iparilag elfogadható reaktorméret-növekedés esetében nagyon jelentős melléktermék-csökkenést érünk el.

Példák

[0022] Nyolc szakaszos nitrálást végeztünk szigetelt, folyamatosan kevert reaktorban. A kémiai reaktorok elméletéből következik, hogy a reakció időfüggése egy szakaszos kevert reaktorban megközelítőleg ekvivalens a reakció távolságfüggésével egy ideális, folyamatosan kevert, dugós áramlásos reaktorban. Ezért ezek a szakaszos, kevert reaktorral végzett kísérletekre kapott eredmények jobban reprezentálják egy ideális dugós áramlásos nitráló reaktor eredményeit, mint egy CSTR reaktor. Minden kísérletet úgy végeztünk, hogy a vegyes savban a salétromsav koncentrációja ugyanaz, 3 tömeg%-nál kisebb volt, és a vegyes savban a kénsav erőssége ugyanaz volt. Csak a kiindulási vegyes sav hőmérsékletét, azaz a nitrálási reakció megindítását megelőző hőmérsékletet változtattuk, ami különböző átlagos reakcióhőmérsékletekhez vezetett. Mindegyik kísérlet megkezdésekor kénsavat és salétromsavat jól összekevertünk a reaktorban ellenőrzött kiindulási hőmérsékleten. Ezután megfelelő mennyiségű benzolt adtunk hozzá a reakció megindítására. Mivel a reakció során felszabaduló hő mennyisége mindig ugyanannyi volt, a hőmérséklet-emelkedés mindig ugyanannyi volt, úgyhogy az átlagos hőmérséklet közvetlenül reflektálta a kiindulási hőmérsékletet.

[0023] Az 1. Táblázat mutatja a hőmérséklet hatását a nitrofenol képződésére a nyolc tesztben. A kísérleti határokon belül, az adatok azt mutatják, hogy a nitrofenol-képződés megkétszereződik minden 20 – 25 °C-os hőmérséklet-emelésre. Ezért előnyös a reakciót a lehető legalacsonyabb vegyes sav hőmérséklettel indítani. Ez ellentmond Guenkel és munkatársainak a US 5,313,009 számú szabadalmi leírásban adott kitanításának, miszerint az eljárást a legmagasabb ésszerű vegyes sav hőmérséklettel kell indítani.

1. Táblázat – Kiindulási vegyes sav hőmérséklet hatása nitrofenol képződésre

Teszt sorszáma	Kiindulási vegyes sav hőmérséklet (°C)	Salétromsav-koncentráció a kiindulási vegyes savban (tömeg%)	Kénsav-koncentráció a kiindulási vegyes savban (tömeg%)	Reakció benzol felesleg	Összes nitrofenol-képződés** (ppm-t)
1	57	2,85	67	12	426
2	58	2,85	67	12	431
3	79	2,85	67	12	725
4	79	2,85	67	12	676
5	98	2,85	67	12	1,181
6	99	2,85	67	12	1,051
7	108	2,85	67	12	1,641
8	109	2,85	67	12	1,630

* A reaktor hőmérséklet-emelkedése a kísérletek során megközelítőleg 20 °C volt.

** A nitrofenol-származékok jellemző megoszlása: megközelítőleg 86 % dinitrofenol-származék, 7 % mononitrofenol-származék és 7 % pikrinsav.

[0024] A 3. és 4. számú teszt esetében, amelyekben a kiindulási vegyes sav hőmérséklet 79 °C volt, a képződött nitrofenol-szintek 725, illetve 676 ppm voltak. A dinitrobenzol-szinteket nem mértük; azonban más lefolytatott ipari kísérletek alapján megállapítottuk, hogy a dinitrobenzol képződése ezekben a Tesztekben jóval 50 ppm alatti.

[0025] Noha a találmányt különböző megvalósítási módok formájában írtuk le, nem szándékunk, hogy a találmányt ezekre a megvalósítási módokra korlátozzuk. A találmány körét a következő igénypontokkal határoztuk meg.

Szabadalmi igénypontok:

1. Adiabatikus eljárás benzol mononitrálására, amely tartalmazza a következő lépéseket:

biztosítunk egy reaktorban benzolt és vegyes savat, a vegyes sav tartalmaz 3 tömeg%-nál kevesebb salétromsavat, 55 - 80 tömeg% kénsavat, és vizet, a vegyes sav kiindulási hőmérséklete a 60 °C - 96 °C tartományban van, a benzolt a salétromsavra számítva 5 – 15 % sztöchiometriai feleslegben biztosítjuk; és

hagyjuk a benzolt és a vegyes savat reagálni mononitrobenzolt tartalmazó kompozíció előállítására.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, ahol az eljárás nitrofenolok 1500 ppm-nél kisebb mennyiségének képződését váltja ki.

3. Az előző igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol az eljárás nitrofenolok 1200 ppm-nél kisebb mennyiségének képződését váltja ki.

4. Az előző igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol az eljárás nitrofenolok 1000 ppm-nél kisebb mennyiségének képződését váltja ki.

5. Az előző igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol az eljárás dinitrobenzol 100 ppm-nél kisebb mennyiségének képződését váltja ki.

6. Az előző igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol az eljárás dinitrobenzol 80 ppm-nél kisebb mennyiségének képződését váltja ki.

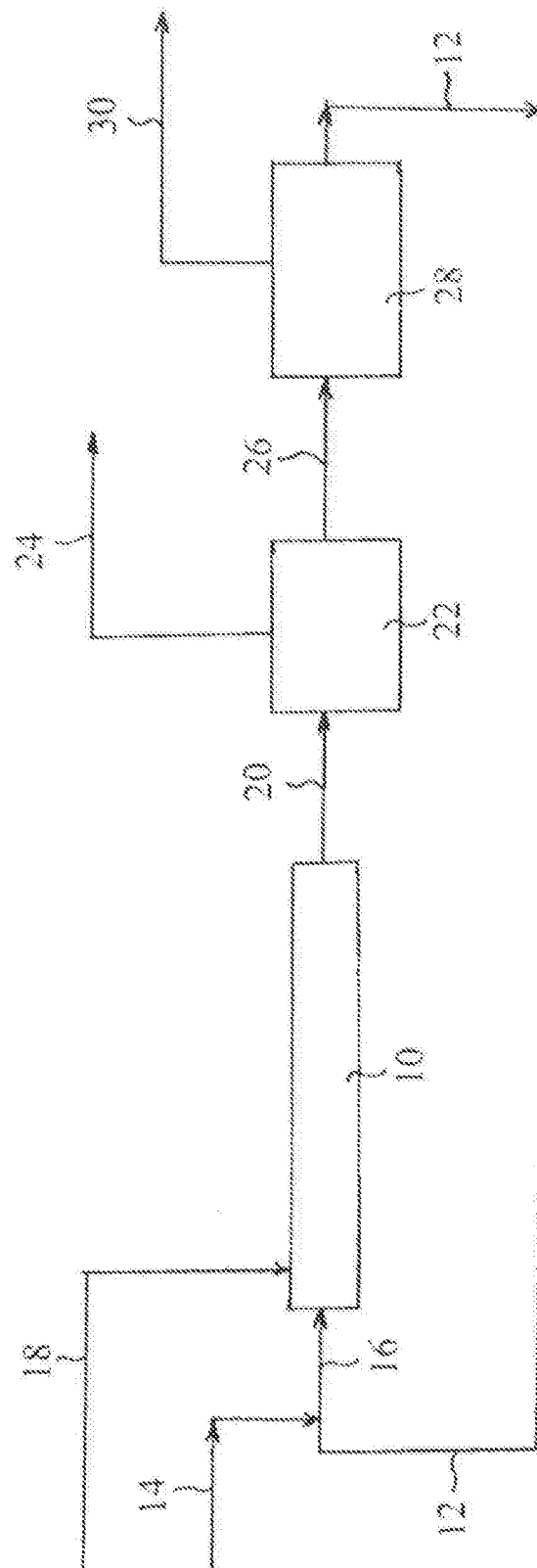
7. Az előző igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol az eljárás dinitrobenzol 50 ppm-nél kisebb mennyiségének képződését váltja ki.

8. Az előző igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol a vegyes sav 2,0 – 2,9 tömeg% salétromsavat tartalmaz.



SZTNH-100081861

9. Az 1-7. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol a vegyes sav 2,0 – 2,4 tömeg% salétromsavat tartalmaz.
10. Az előző igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol a vegyes sav 60 - 73 tömeg% kénsavat tartalmaz.
11. Az előző igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol a vegyes sav kiindulási hőmérséklete a 70 - 90 °C tartományban van.
12. Az 1-10. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol a vegyes sav kiindulási hőmérséklete a 60 °C - 80 °C tartományban van.
13. A 12. igénypont szerinti eljárás, ahol az eljárás atmoszferikus nyomáson valósul meg.
14. Az 1-13. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol a benzol a salétromsavhoz viszonyítva 6-8 % sztöchiometriai feleslegben van.
15. Az előző igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol a reaktor dugós áramlásos nitrátor.
16. Az 1-14. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol a reaktor tartalmaz egy vagy több kevert edényes reaktort sorozatban.
17. Az 1-14. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol a reaktor tartalmazza egy vagy több dugós áramlásos reaktor és egy vagy egy sor kevert edényes reaktor kombinációját.
18. Az előző igénypontok bármelyike szerinti eljárás, ahol a benzol és a vegyes sav mindegyikét megfelelő reaktáns-áramként vezetjük a reaktorba.



1. Ábra

