



TÁMOP-4.1.1.F-14/1/KONV-2015-0006

Az ipari hulladékgyezdálkodás vállalati gyakorlata

HULLADÉK GAZDÁLKODÁS FELDOLGOZÁS IV. Előadás anyag

Dr. Molnár Tamás Géza Ph.D
főiskolai docens
SZTE MK
Műszaki Intézet

SZÉCHENYI



**MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA**

**Európai Unió
Európai Szociális
Alap**



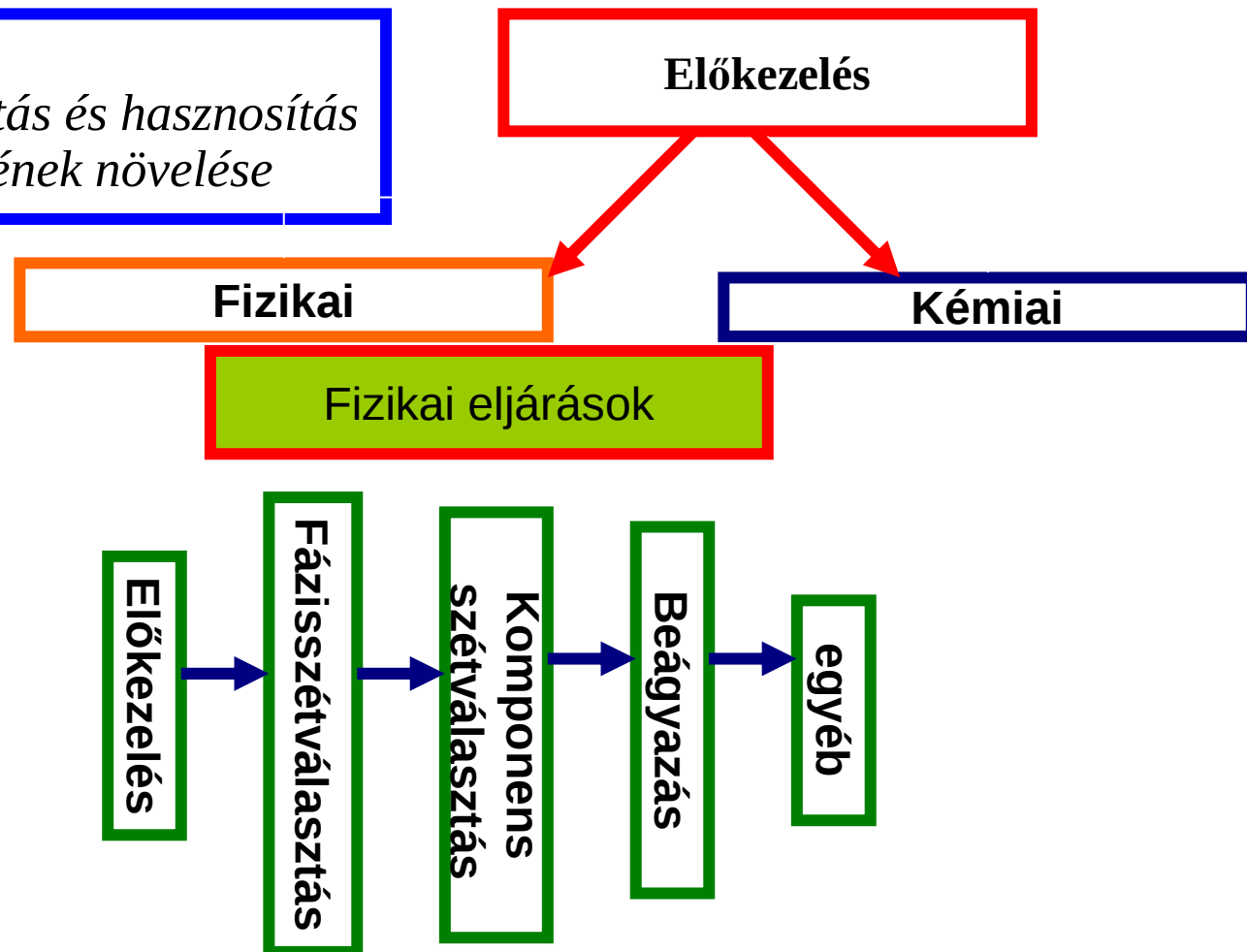
BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Hulladék előkezelés I

A hulladék előkészítése: A kezelési eljárások anyag-előkészítési műveletei során a hulladékok a hasznosításnak, illetve az ártalmatlanításnak megfelelő állapotba kerülnek.

Célja:

*az ártalmatlanítás és hasznosítás
eredményességének növelése*



Hulladék előkezelés II.

Előkezelés műveletei

1. Aprítás
2. Rostálás
3. Tömörítés
4. Darabosítás
5. Tisztítás és mosás

1. Aprítás

Célja:

- Szemcse és darabméret csökkentése
- Anyagegyüttesek megbontása (Előkészítés szétválasztásra)

Végezhető:

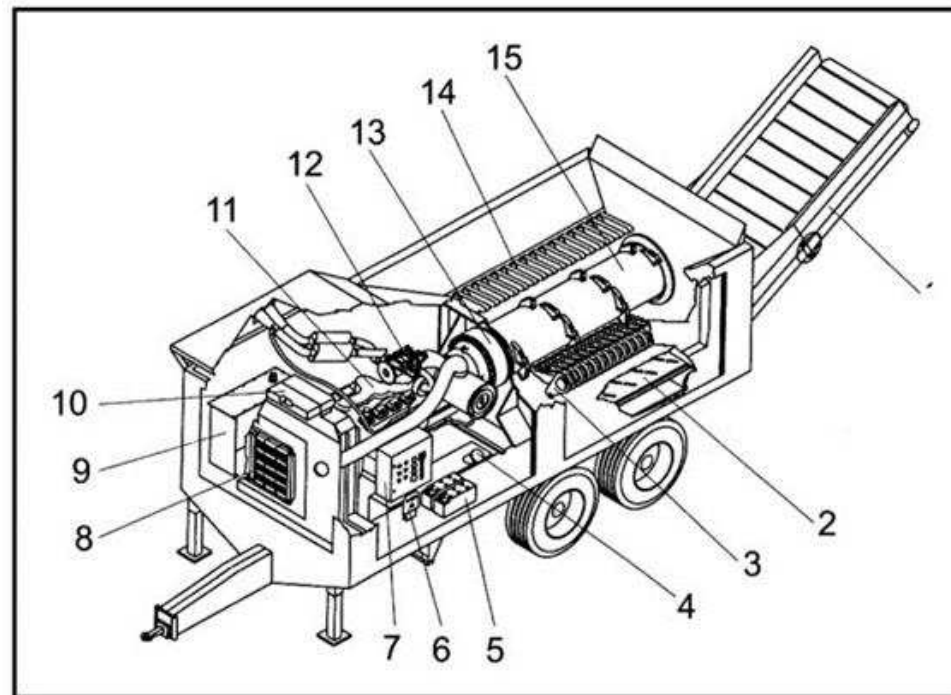
1. Mechanikusan
2. Termikusan
3. Száraz eljárással
4. Nedves eljárással
5. Környezeti hőmérsékleten
6. Mélyhűtött állapotban

Az ***aprítás*** célja egyrészt a szemcse- illetve darabméret csökkentése, másrészt a további kezelés hatékonyságának növelése. **Végezhető mechanikus és termikus módszerekkel, szárazon vagy nedvesen, környezeti hőmérsékleten vagy mélyhűtött állapotban.** Minden hulladéktípusra található megfelelő kezelési mód, gyakran előzetes próbák szükségesek. Ilyen **berendezések a következők: pofás törők, hengeres törők, kalapácsok, koptatómalmok, hidraulikus vágóollók, vágóművek, stb.** Az aprítás sajátos változata a kriogén aprítás, **ezt főleg gumi, műanyag, illetve egyes fémhulladékok, kompozit hulladékok aprítására** alkalmazzák. Hűtőközegként többnyire cseppfolyós nitrogént használnak.

Hulladék előkezelés II.

Előkezelés műveletei

Mobil aprítóberendezés vázlata

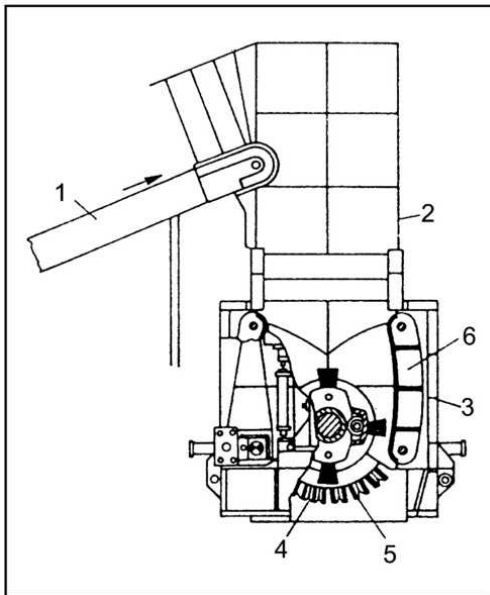


1. kihordóheveder; 2. alsó szállítóheveder; 3. törő-aprítófogak; 4. gázolajtartály; 5. akkumulátor; 6. áramszabályozó; 7. vezérlőszekrény; 8. olajhűtő; 9. hidraulikatartály; 10. víztartály hűtőhöz; 11. meghajtómotor; 12. hidraulika szabályozás; 13. tengelykapcsoló; 14. álló tépőfogak; 15. horizontális aprítódob tépőfogakkal

Hulladék előkezelés II.

Előkezelés műveletei

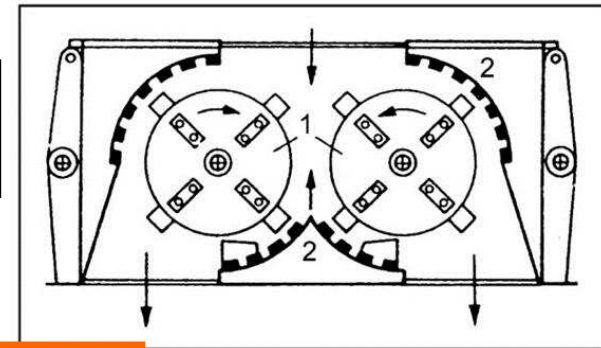
Egyrotoros kalapácsos aprító kialakítása



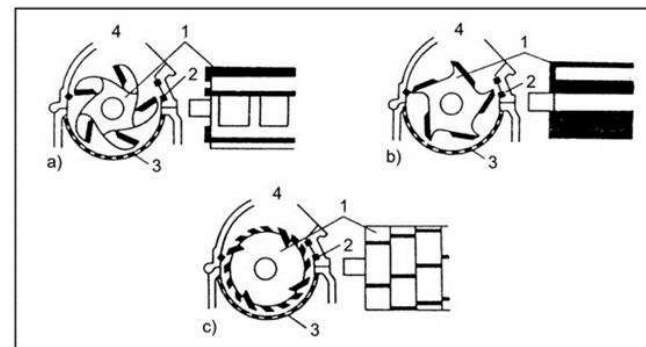
1. anyagfeladás; 2. töltőgarat; 3. merevített ház; 4. kalapácsok; 5. pálcás rostély; 6. hidraulikusan

Kétrotoros kalapácsos aprító kialakítása

1. forgórész kalapácsokkal;
2. hornyolt törőlemezek



Vágómalmok kialakítási változata



a) nyitott forgórésszel; b) zárt forgórésszel; c) hengeres zárt forgórésszel, lépcsőzetesen elhelyezett késekkel 1. forgórész vágókésekkel; 2. állókések; 3. rostaszerkezet; 4. anyagfeladás

Hulladék előkezelés III.

Előkezelés műveletei

2. Rostálás

A **rostálást** több célból is alkalmazzák: elsődleges cél a méret szerinti osztályozás, különböző anyagok elválasztása, továbbá a szennyezőanyagok eltávolítása. Leggyakrabban a dob vagy vibrációs rostát alkalmazzák.

Célja:

- Méret szerinti osztályozás
- Elválasztás

Rosták fajtái:

- Vibrációs rosta
- Dobrosta

Rosta lehet:

- Drótszövet
- Perforált lemez
- Pálca

3. Tömörítés

A **tömörítés** során a laza állapotú, nagy pórustérfogatú **szilárd hulladékot a lehető legkisebb térfogatra sajtolják össze**. A művelet célja a szállítás és a tárolás helyigényének és költségének **csökkentése**. Ehhez általában nem használnak kötőanyagot; ezt nevezik **bálázásnak**. Amennyiben az aprított hulladékhoz kötőanyagot adagolnak, akkor **brikettálásról beszélhetünk** (lehetséges fém vagy faforgácsnál).

Célja:

- Szállítás és tárolás költségének csökkentése
- Térfogat zsugorítás

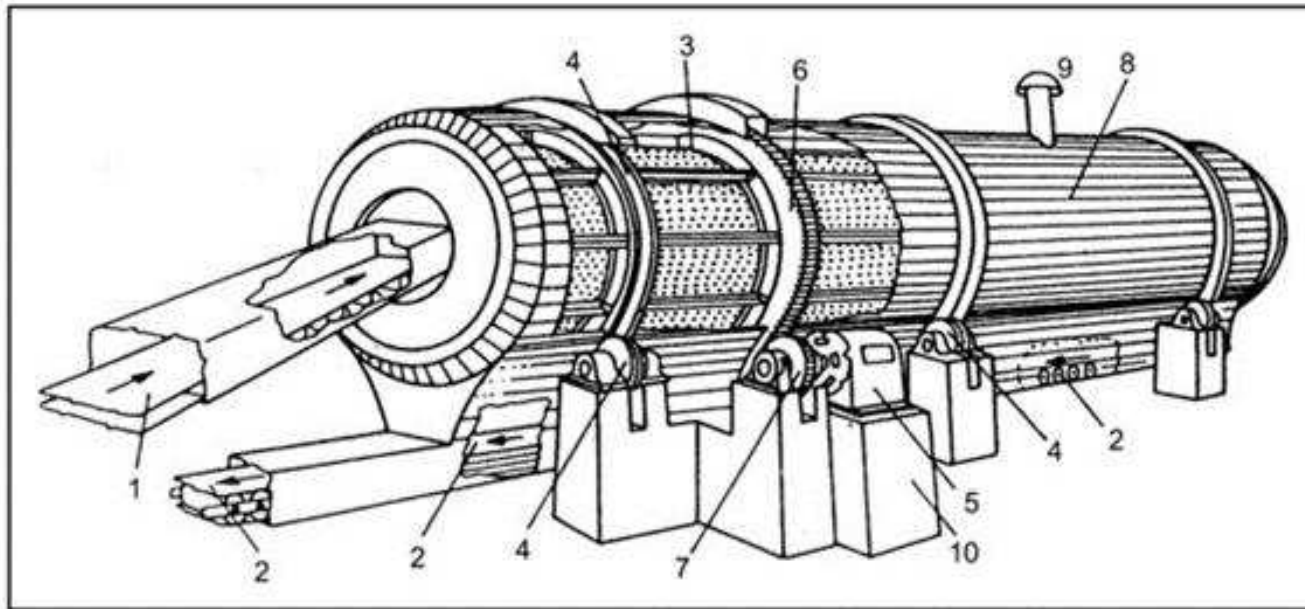
Fajtái:

- Bálázás
- Brikettálás
- Pellettálás

Hulladék előkezelés IV.

Előkezelés műveletei

Telepített forgó dobrosta kialakítása

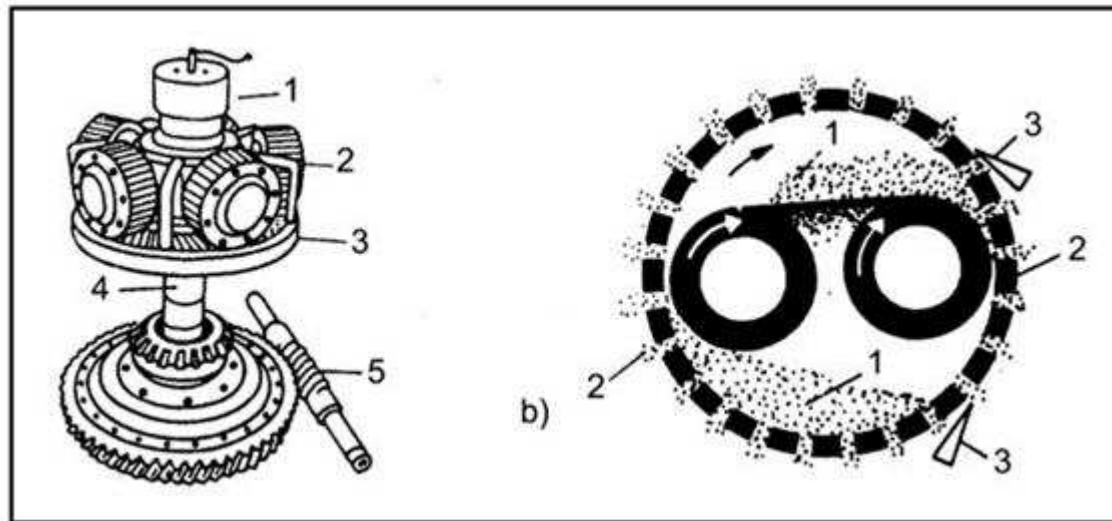


1. anyagfeladás; 2. tisztított anyag kihordása; 3. rostafelület; 4. támgyűrű; 5. hajtómű; 6. fogaskoszorú; 7. fogaskerék; 8. védőburkolat; 9. poros levegő elszívása; 10. alapozás és támasztógörgők

Hulladék előkezelés V.

Előkezelés műveletei

Pelletizálóprések elve



- a) négygörgős matricával dolgozó prés kialakítása (ház nélkül) 1. hidraulikus görgőnyomás szabályzó; 2. görgők; 3. főtengely; 5. csigahajtómű b) kétgörgős gyűrűs matricával dolgozó prés elve 1. pelletizálendő anyag; 2. gyűrűs matrica présfuratokkal; 3. vágókések

Hulladék előkezelés VI.

Előkezelés műveletei

Bálázás:

aprítatlan, eredeti állapotú hulladék kötőanyag hozzáadása nélküli tömörítés.(papír, textil, műanyag, fa és fém hulladékok)

Brikettálás: fém és faforgácsok, települési szilárd hulladékok.

Pellettálás: Fahulladék

4. Darabosítás

A **darabosítás** során a finom szemcsés, aprítással előkészített szilárd hulladékból préseléssel, sajtolással vagy termikus módszerrel nagyobb méretű szemcséket állítanak elő. A célja a további kezelés megkönnyítése.

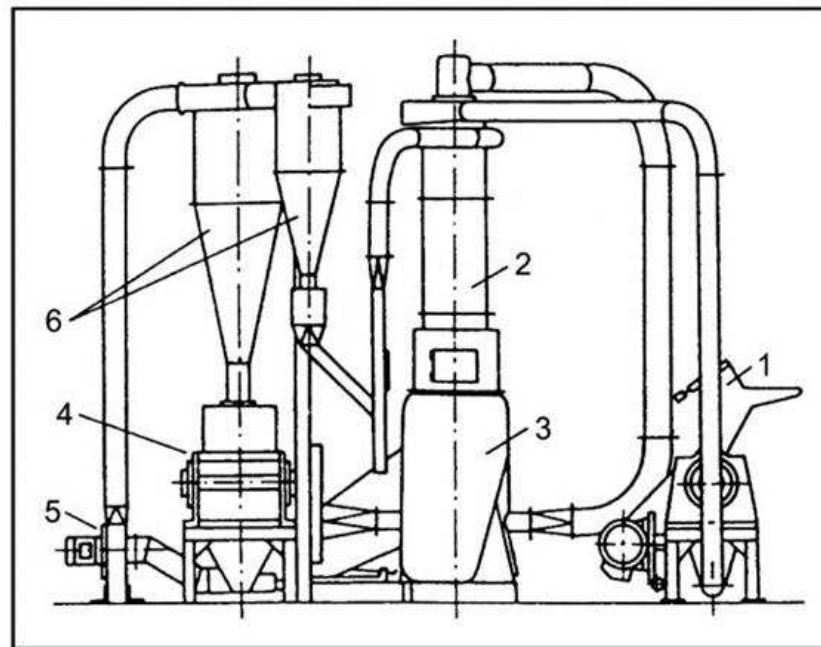
1. **Finom szemcsés anyagokból, sajtolással termikus kezeléssel szabályos vagy szabálytalan szemcséket állítanak elő (Műanyagok).**

1. A darabosítás fogalmkörébe tartozik a hőre lágyuló műanyag hulladék **agglomerálása és regranulálása, valamint az aprított szerves hulladék pelletizálása.**
2. Az agglomerációs és a regranuláló eljárások a **különféle poliolefin anyagú, előzetesen osztályozott (típusazonos) és legfeljebb kismértékben szennyezett műanyagfólia-hulladék** kezelésére alkalmasak.

Hulladék előkezelés VII.

Előkezelés műveletei

Agglomeráló gépcsoport felépítése



1. előaprító vágómalom; 2. adagolótartály; 3. csigás adagolómű és tárcsás tömörítőgép; 4. utóaprító vágómalom; 5. ventilátorok; 6. leválasztó ciklonok

Hulladék előkezelés VIII.

Előkezelés műveletei

4. Mosás és tisztítás

A **mosás és tisztítás** a felületi szennyezéseket eltávolító művelet, mely megkönnyíti a hulladék hasznosítását. A szennyeződés a mosófolyadékba kerül, amit kezelni kell.

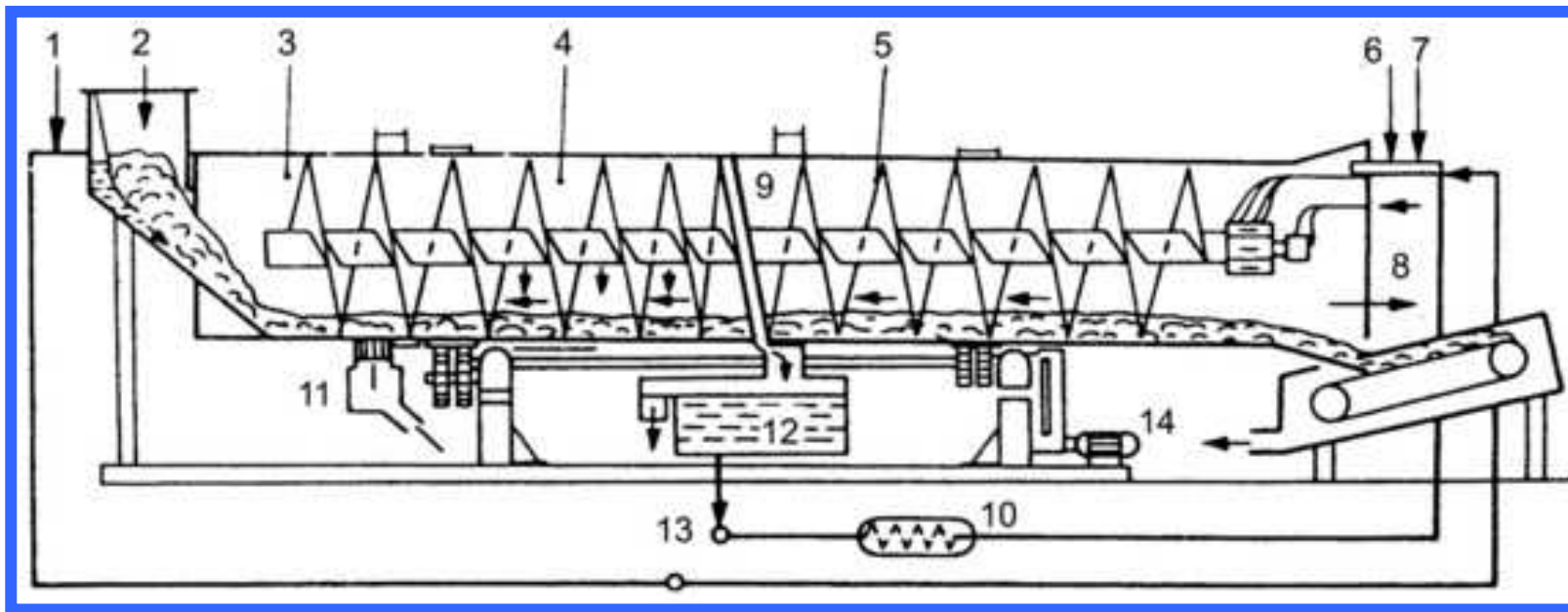
1. A mosás és a tisztítás a **szilárd hulladék felületi szennyeződéseit eltávolító művelet, megkönnyíti a hulladék hasznosítását**. A szennyeződés a mosáskor folyadékfázisba megy át: oldódik, diszpergálódik, emulgeálódik.
2. A folyadékfázis legtöbbször víz, **vizes oldat, de lehet szerves oldószer is**. A **vízben oldott vegyszereket és szerves** oldószereket aszerint kell kiválasztani, hogy milyenek a tisztítandó hulladék és a szennyező anyag tulajdonságai, és milyen a tisztítási hatásfokuk.
3. A művelet hatékonyságát **különböző kémiai adalékokkal segítik elő (pl. vízlágyítók, nedvesítőszer, emulgeáló-és diszpergáló** anyagok alkalmazásával), valamint növelik a mosóközeg hőmérsékletét.
4. A mosási folyamat több műveleti **fázisból áll, amelyek a mosófolyadék vegyszertartalma, a szilárd anyag és a folyadék aránya, továbbá a hőmérséklet** tekintetében is különböznek egymástól.

Hulladék előkezelés IX.

Előkezelés műveletei

4. Mosás és tisztítás

Mosó Anyag: víz, szerves oldószer



Folyamatos csőmosógép vázlata

1. víz és mosószer; 2. szennyezett anyag; 3. fő mosózóna; 4. tisztára mosó zóna; 5. öblítő zóna; 6. forróvíz-adagoló; 7. gőz; 8. kondenzvíz; 9. flottaelválasztás; 10. hőcserélő; 11. lefolyó; 12. öblítővíz; 13. szivattyú; 14. hajtómű; 15. kihordószalag

Hulladék előkezelés X.

Fázisszétválasztás

Fázisszétválasztás

Többfázisú anyagok (iszap, zagy, emulzió) fázisainak szétválasztása.

A nem egyfázisú hulladékok (iszapok, zagyok, emulziók) meghatározott komponenseinek kezelését megelőző, illetve térfogatcsökkentést célzó műveletek. A módszer akkor hatékony, ha a szennyezés csak az **egyik fázisban van jelen**. A **műveletekkel bizonyos komponensek koncentrálhatók**, ezzel esetenként jelentősen csökkenthetők a további költségek.

Fajtái:

- Ülepítés
- Desztilláció
- Fázisválasztás adhézió alapján
- Flotáció
- Ultraszűrés
- Fordított ozmózis
- Termikus emulzióbontás
- Kisózás, savas bontás
- Flokkulálás

Ülepítés:

1. Tehetetlenségi és gravitációs erők hatására.
2. Iszap zagyok.

Desztilláció:

Folyadék fázis elpárologtatása. (Bepárlása)

Fázisválasztás adhézió alapján:

1. Olaj és víz szétválasztása
2. Olaj lefölözése
3. Koalescens eljárás (Felületek bemártása)

Hulladék előkezelés XI.

Fázisszétválasztás

Flotáció

1. Emulziók (olaj), gázt buborékoltnak át.
2. A gáz olajcseppeket ragad magával

1. A flotációs változat alapja az, hogy **az emulzió át buborékoltatott gáz olajcseppeket ragad magával, amelyek a folyadék felszínén külön fázist alkotnak.**
2. Mivel a gázbuborékok mérete **meghatározó a folyamat szempontjából, különböző módszereket alkalmaznak a minél finomabb** eloszlású gázbuborékok előállítására (elektrolízissel, szakaszos gázbefúvással, oldott gázok felszabadításával).
3. Az emulziók zöme „olaj a vízben” **típusú emulzió, amely számos adalékanyagot (emulgeátort, korróziógátló és baktericid adalékot stb.) tartalmaz.**
4. Az ilyen emulziók bontására az előző módszerek nem alkalmasak.
5. A használatos megoldások: fizikai eljárások (**membránszűrés, adszorpció, termikus bontás**) és **fizikai-kémiai eljárások (kiszózás, savas bontás, flokkuláció)**

Hulladék előkezelés XII.

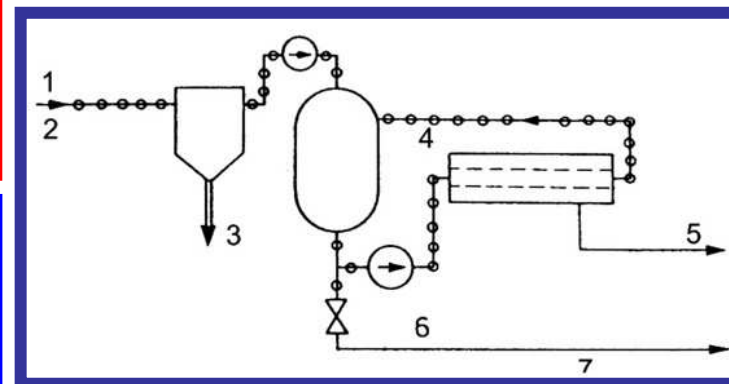
Fázisszétválasztás

Ultraszűrés: (membrán szűrő)

1. Emulzió szétválasztására(2–5% olajtartalom)
2. Pólusméret: 0,01 μm
3. Nyomás:2–10 bar

1. emulzió; 2. kb. 5% olajtartalom; 3. lefőlözött olaj; 4. ultraszűrés; 5. tisztított víz; 6. emulzió koncentrátum;7. kb. 50% olaj

Ultraszűrés folyamatvázlata



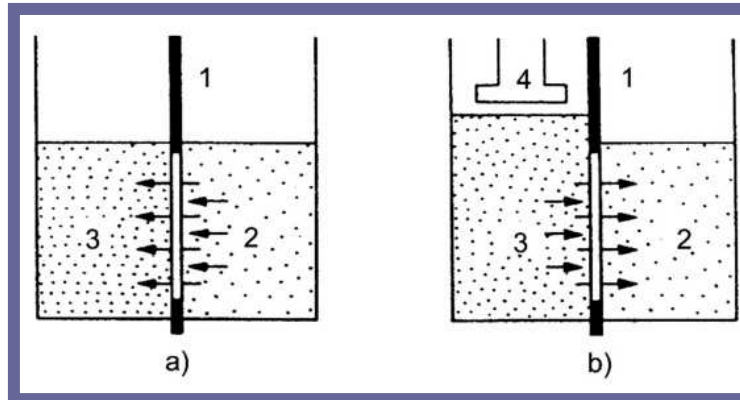
1. Az ultraszűrés során az emulziót 0,01 μm pórusméretű membránon 2–10 bar **nyomással préselik át: a kis vízmolekulák** a membránon átmennek, a nagyobb olajmolekulák visszamaradnak.
2. A membrán **eltömődését a folyadék turbulens áramlása akadályozza meg**. Az ultraszűrőegység általában cső formájú hordozóanyagból és cellulóz-acetátból, poliamidból vagy poliamidhidrazidból készült membránból áll.
3. A teljesítmény a membrán **pórusnagyságától, az alkalmazott nyomástól, a folyadék áramlási sebességétől, a hőmérséklettől**, az olajtartalomtól, valamint az olaj és az emulgeátor tulajdonságától függ.

Hulladék előkezelés XIII.

Fázisszétválasztás

Fordított ozmózis

1. Ha egy tömény vizes oldatot **féligáteresztő hártyával választanak el a hígabb oldattól, a koncentráció-különbség** kiegyenlítésére megindul a vízmolekulák diffúziója **a hártyán keresztül a töményebb oldatba és ennek következtében túlnyomás (ozmózisnyomás) keletkezik.**
2. Ha a töményebb oldatra az **ozmózisnyomásnál nagyobb nyomás hat, a vízmolekulák a féligáteresztő és mechanikailag szilárd membránon keresztül a hígabb oldatba áramlanak (fordított ozmózis)** és az a töményebb oldat koncentrációját növeli.



A fordított ozmózis működési elve

1. féligáteresztő hártya; 2. híg oldat; 3. tömény oldat;
4. ozmózisnyomásnál nagyobb nyomás

Hulladék előkezelés XIV.

Fázisszétválasztás

Termikus emulzióbontás

1. A termikus eljárásokban **az emulzió vizét párologtatják el, de az olaj** magasabb forráspontja miatt visszamarad.
2. A merülő égés emulzióbontóban hulladékot az **elgőzöltetőbe vezetik, amelybe felülről nyúlik be a merülő égő**. A forró füstgázok átbuborékolnak ellenáramban az emulzión és így intenzív hő-és anyagcsere jön létre. A **vízgőz mosóberendezésen, majd kondenzátoron halad át és szükség van szennyvízkezelésre is**. Az elgőzöltetőből eltávolított olaj – a sók kiválasztása után – a merülőégőben tüzelhető el. Az eljárás 0,5–1 m³/h emulzió kezelésére ajánlott.
3. A vékony filmes elpárologtatót **5–10 m³/h emulzió termikus bontására alkalmazzák. Az elhasznált emulziót fokozatosan felmelegítik**, majd az elpárologtatóba vezetik, ahol a víz gőzzé válik és az olaj az elpárologató falán lecsorog.
4. Lassan forgó rotor távolítja el az olajat. E berendezés esetében is szükség van az olaj sótelenítésére, a vízgőz mosására és a szennyvíz utókezelésére

Hulladék előkezelés XV.

Fázisszétválasztás

Kisózás savas bontás:

1. A kisózás és az emulziók **savas bontása az anionaktív emulgeátorokkal képzett emulziók hulladékainak előkezelésére** alkalmas a következő megfontolások alapján.
2. Anionaktív emulgeátorok **alkalmazásakor az olajcseppek és a víz között olyan elektromos kettős réteg alakul ki, amelyben az olajcseppek a negatív töltésű kolloid részecskék.**
3. Ha az emulzióhoz sót adagolnak, az olajcseppek negatív töltése a kationokkal végbemenő reakció **következtében csökken és így csökken az azonos töltésű részecskék közötti taszítóhatás is.**
4. Többértékű kationok (Al^{3+} , Fe^{3+}) **a Schulz-Hardy-szabály alapján kedvezőbbek,** mint az egyértékűek.
5. A savas bontás hasonlóképpen magyarázható. **Az emulzióbontás nagyobb hatékonyságának oka, hogy a hidrogénion mozgékonyabb,** mint a fémionok.

Hulladék előkezelés XVI.

Fázisszétválasztás

Flokkulálás:

1. lépés: Sók vagy savak hozzáadása, emulzió bontás és lefölözés.
2. lépés: pH beállítás, sóoldat hozzáadása, csapadék keletkezik.

1. Elterjedten használt módszer az **emulzió megbontására** a flokkulálás, amelyben két eljárás **összegződik: a negatív töltésű olajcseppek hozzákapcsolása a szilárd, pozitív töltésű részecskékhez**, valamint ezek *agglomerálása stabil, jól ülepíthető pelyhekké.*
2. Első lépésben az emulziót sók vagy savak hozzáadásával bontják és az **olajat lefölozik.**
3. Második lépésben a pH-érték beállításával és sóoldat hozzáadásával fémhidroxid csapadékot képeznek, amely a maradék **olajat megköti, a csapadék szűrhető.**
4. A flokkulás számos kifejlesztett változata a stabil emulziók megbontását segíti elő

Ezek:

- a pelyhesítőanyagok adagolása; az átpelyhesítés; a pelyhek felúsztatása fáradt olaj hozzáadásával; a pelyhek felúsztatása levegős flotálással; az elektroflotálás

Hulladék előkezelés XVII.

Komponens szétválasztás

Ezeket az elválasztási **eljárásokat egyfázisú, többkomponensű hulladékok alkotórészeinek elválasztására alkalmazzák**, elsődlegesen hasznosítási célból. A gyakorlati eljárások többsége vizes oldatok kezelésére **alkalmazható. Ezek a módszerek egyrészt az anyagok elektromos, mágneses és optikai tulajdonságait** (elektromos vezetés, felületi töltés, mágnesesség, fényvisszaverés), **valamint fizikai tulajdonságait** (szemcseméret és alak, sűrűség, nedvesíthetőség) használják az elválasztás során.

Komponensszétválasztásra alkalmazható műveletek:

1. Oldószeres extrakció
2. Ioncsere
3. Membránszűrés
4. Desztilláció
5. Légosztályozás
6. Nedvesosztályozás
7. Elektromágneses szétválasztás

Hulladék előkezelés XVIII.

Komponens szétválasztás

Oldószeres extrakció

Az oldószeres extrakciót több évtizede **alkalmazzák egyes hidrometallurgiai eljárásokban, újabban azonban a szennyvizek fémtartalmának kinyerésére is.** Az eljárás lényege, hogy szerves savakkal vagy **komplexbépzőkkel – főként kelátképzőkkel – olyan fémvegyületeket hoznak létre, amelyek megoszlása a vizes és az oldószeres fázis között az extrakció számára előnyös.** A leggyakoribb kelátképzők pl. a dikarbonsavak, az aminosavak, a **hidroxialdehidek, a hidroxisavak, a fenolszármazékok.** Tetemes mennyiségű **dokumentáció** foglalkozik a színesfémek oldószeres extrakciójával.

Ioncsere

Az ioncserélő eljárások oldatok **fém-tartalmának elválasztására való alkalmazása szintén hagyományosnak tekinthető. Jó eredményeket értek el a galvántechnika területén a króm, réz, kadmium, nikkel, vas és cink elválasztásában. Ilyen célra leggyakrabban erős kationcserélő gyantákat használnak,** amelyek savazással regenerálhatók.

Kémiai szempontból ezek a gyanták térhálósított polisztirol vázon aktív szulfonsavcsoportokat hordoznak. Anionos **állapotba hozható fémek (kromátok, bikromátok) kinyerésére aminocsoportokat** tartalmazó anioncserélő gyantákat használnak. Az ioncserélő fémvisszanyerő eljárások alkalmazására intenzív fejlesztőmunka folyik, elsősorban a galvániparban és a szennyvízkezelés területén. Az ioncsere főként híg oldatok esetében (0,1%-nál kisebb fémtartalom) hatékony.

Hulladék előkezelés XIX.

Komponens szétválasztás

Membránszűrés

A membrános eljárások többnyire **cellulóz-acetátból vagy poliamidból készített membránjai lehetnek lemez alakúak, üreges szálmembránok és spirális rendszerűek.** A membránok iránti követelmények: nagy visszatartó **képesség, jó szelektivitás, kémiai és bakterológiai ellenálló képesség, nagy áramlási sebesség, nagy mechanikai szilárdság, hosszú élettartam és alacsony költségek.**

A membrános eljárások (főként **az ultraszűrés és a fordított ozmózis**) **biológiai tisztítási módszerekkel kombinálva különösen hatékonyak szerves és szervesetlen (fémionok) szennyező anyagokat tartalmazó szennyvizek** (pl. lerakóhelyi szivárgóvizek) eredményes tisztítására. Hátrányuk, hogy a membránok érzékenyek mechanikai hatásra, korrózióra, valamint lebegőanyagok által okozott eltömődésekre

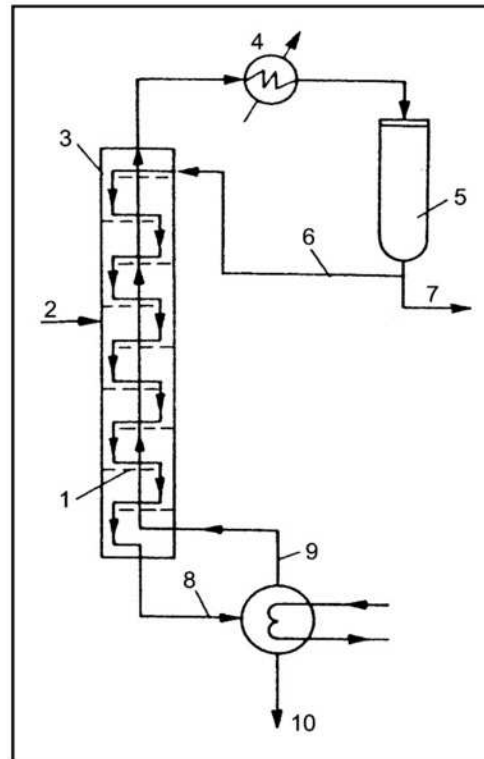
Desztilláció

A szerves **oldószer**ek visszanyerésére a **desztillációs és bepárlási módszereket széles körben alkalmazzák.** A desztilláció során a két-vagy többkomponensű folyadékelegyet hevítik és a keletkezett gőzt (gőzöket) elvezetve cseppfolyósítják. **A desztillációval az egyik komponenst fel lehet dúsítani** a desztillátumban, másikat a visszamaradó folyadékban és ismételt desztillációval sok esetben tetszőleges tisztasági fokig szét lehet választani az elegy komponenseit.

Hulladék előkezelés XX.

Komponens szétválasztás

A folyamatos frakcionált desztilláció elve



1. perforált desztillálótányérok; 2. hulladékbetáplálás; 3. desztillálóoszlop;
4. kondenzátor; 5. gyűjtőedény; 6. reflux áram; 7. desztillátum; 8. rebojler;
9. gőznemű oldószer; 10. desztillációs

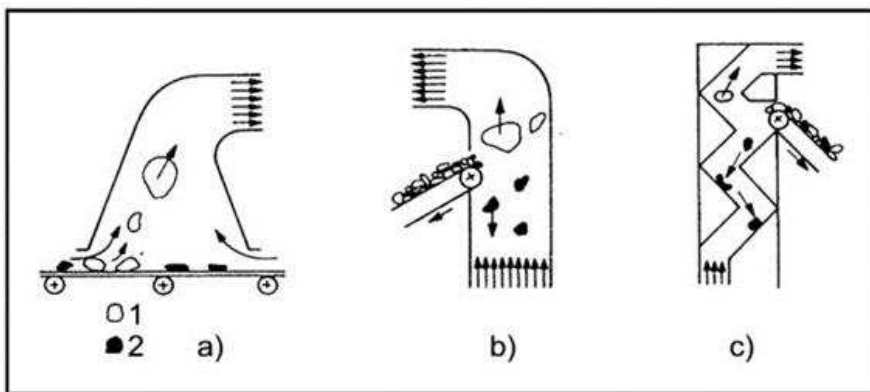
Hulladék előkezelés XXI.

Komponens szétválasztás

Légosztályozás

A szilárd hulladék **komponens-szétválasztási módszereit széles körben használják olyan technológiákhoz, amelyek települési szilárd és ahhoz hasonló összetételű ipari hulladék energetikailag értékes, ún. könnyű alkotórészeiből brikettált vagy pelletizált tüzelőanyagot állítanak elő, valamint akkor, ha értékes másodnyersanyagokat kívánnak a hulladékkeverékekből visszanyerni.** A légosztályozó készülékekben a szabályozott sebességű levegőárammal osztályozzák a hulladékot szemcseméret, és sűrűség szerint. Keresztáramú és ellenáramú változatai ismeretese

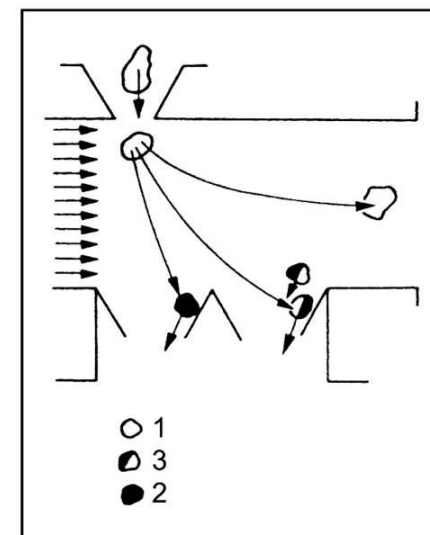
Vertikális légosztályozók típusa



a) elszívósos aspirátor; b) vertikális osztályozóoszlop; c) vertikális cikcakk osztályozó 1. könnyű anyag; 2. nehéz anyag

Horizontális kamrás légosztályozó

1. könnyű anyagok;
2. nehéz anyagok;
3. közepes frakció



Hulladék előkezelés XXII.

Komponens szétválasztás

Nedves osztályozás

1. A **nedves osztályozók** egyaránt lehetnek keresztés ellenáramú elven működők, elválasztási és dúsítási feladatokra széleskörűen alkalmazhatók. **Aprítással, rostálással, légosztályozással előkészített hulladék** kezelésére alkalmasak. **Szerves-szervetlen hulladékkeverékek, műanyag hulladék-keverékek, fém hulladékok , üveghulladékok stb. szétválasztására használatosak.**
2. Az ellenáramú **nedves osztályozók** a **vertikális ellenáramú légosztályozókhoz hasonló elven működnek.** A víz ellenáramú mozgatását szivattyú végzi. Elterjedtek a pulzációs ülepítők is, amelyek lüktető folyadékárammal és mechanikus pulzálással egyaránt működtethetők.
3. A különböző hidrociklonokkal, spirális osztályozókkal és a **kúpos úsztató-ülepítő osztályozókkal elsősorban műanyag hulladék-keveréket, fémhulladék-keveréket** osztályoznak.
4. A **nehézközegű szétválasztási technológiában nagy sűrűségű folyadékot vagy szuszpenziót használnak hulladékkomponensek** – többnyire fém-és műanyagkeverékek – szétválasztására (pl. tetrabrom-etánt)

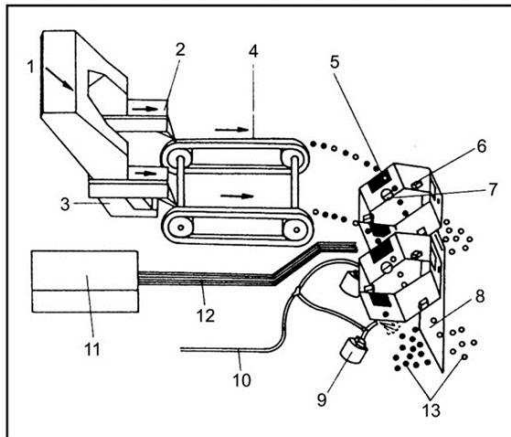
Hulladék előkezelés XXIII.

Komponens szétválasztás

Elektromágneses elválasztás

1. Az örvényáramú szeparátorokkal a hulladékból a nem **mágnesezhető fémek (alumínium, réz, cink stb.) kinyerése és dúsítása elektromágneses erőterrel működő kamrás szeparátorral, lineáris, motor típusú szeparátorral, permanens mágnesekkel működő lap-és dobszeparátorral** valósítható meg.
2. Az automatikus **válogatási módszerek jellemző eljárása az elektronikus optikai szeparálás, amelyet megfelelően előkészített vegyes üveghulladék szétválasztására** használnak

Elektronikus optikai szeparátor elvi vázlata



1. anyagfeladás; 2. vibrációs adagolóvályú; 3. vibrátor; 4. adagolószalag; 5. standard színű háttérlemez; 6. fotocellaegység; 7. fényforrás; 8. termékkelkülönítő lap; 9. sűrített levegőt szabályozó szelep szolenoiddal; 10. sűrített levegő maradék; 11. elektronikai egység (erősítő, logikai áramkör, energiaellátás, jeladó); 12. villamos vezeték; 13. szeparált termék

Hulladék előkezelés XXIV.

Komponens szétválasztás

Elektronikus optikai szeparátor elvi vázlata

Vegyes üveghulladékok színszerinti szétválasztására használnak

Általában három fokozatban dolgoznak:

1. először a nem átlátszó szennyező anyagokat (kő, kerámia stb.) választják el a keveréktől,
2. majd a fehér üveget különítik el a színestől
3. és végül a barnát a zöld üvegtől.
4. A szeparációs teljesítmény 0,25–2 t/h.

Hulladék előkezelés XXV.

Egyéb fizikai eljárások

1. A **mechanikai hulladékkezelési eljárásokban (sajtolás, töltőanyagkénti bekeverés, tűnemezelés)** a hulladék kémiai, molekuláris szerkezete nem változik, csupán alakja és tömege módosul.
2. A **sajtolás és a tűnemezelés során a hulladékrészecskék** közötti kapcsolat alapvetően fizikai jellegű. A sajtolási technikát fémhulladékok porkohászati hasznosítására, hőre keményedő **műanyagok présorkénti hasznosítására, valamint papír-és textilhulladékok száraz lapképző** eljárásaiban alkalmazzák (építőipari felhasználás).
3. A **tűnemezeléssel szálás textil-és műanyag hulladékokat nemszőtt** terméké alakítanak át.
4. A töltőanyagként bekevert **hulladékrészecskék a vivő-vagy kötőanyaggal felületileg aktív kapcsolatot alkotnak, amely egyaránt lehet fizikai és kémiai jellegű. Ezekkel a módszerekkel a gumi-, a műanyag-és az üveghulladékot** útburkolati anyagokba építik be, továbbá műgyanták hozzákeverésével üveghulladékból önterülő padlóbevonatot, műmárványt és szennyvízcsövet készítenek.
5. A **hidromechanikai hulladékkezelési eljárásokkal a szilárd anyagok habosodását, nedvesrostálását és a megömlesztésük** utáni reológiai tulajdonságukat hasznosítják. Pl: papírhulladékból papírhab előállítása csomagolási és építőipari célokra,

Hulladék előkezelés XXVI.

Beágyazás

1. A **beágyazás (szilárdítás)** olyan hulladékkezelési eljárások összefoglaló neve, amelyekkel a folyékony és iszap **halmazállapotú veszélyes hulladékot – mérgező komponenseik kioldásának csökkentése végett – vázképző** anyagokkal keverik össze mechanikailag és kémiaailag stabil, szilárd **anyag előállítás céljából**.
2. A beágyazással egyidejűleg a **kémhatás, ill. a redoxipotenciál megváltoztatásával mesterségesen is csökkentik az oldhatósági** viszonyokat.
3. A beágyazási eljárások végterméke vízzoldhatatlan anyag, amely általában rendezett lerakással, biztonsági követelmények nélkül elhelyezhető, ill. szükség szerint földfeltöltési célokra is hasznosítható.
4. A beágyazással a hulladék **veszélyessége igen nagy mértékben csökkenthető vagy megszüntethető és ez rendkívüli módon növeli a lerakás biztonságát**.
5. A beágyazási, szilárdítási eljárások alapja lényegében valamilyen vízben **nem oldható kötőanyag** és az adott hulladék megfelelő arányú, ellenőrzött hatásfokú keverése.

A gyakorlatban alkalmazott eljárások:

Cement alapú eljárások, Mész-pernye alapú eljárások. Hőre lágyuló anyagok (bitumen, polietilén, aszfalt), Szerves polimerek (műgyanták), Kapszulázás, Gipszképzési eljárások, Üvegbe ágyazás (radioaktív hulladék esetén)

Hulladék előkezelés XXVII.

Kémiai eljárások

1. Mindazok az **anyag-átalakítási eljárások, amelyek a hulladék anyagi szerkezetét kémiai reakció v. reakciósorozat segítségével** változtatják meg.
2. Alkalmazásuk célja lehet ártalmatlanítás v. **hasznosítás, de lehet bizonyos környezetkárosító, veszélyes komponens** v. komponensek mennyiségének, koncentrációjának csökkentése is.
3. A kémiai hulladékkezelési eljárások **zömét termelési hulladékok és szennyezett talajok kezelésére alkalmazzák, kivételt képeznek** a termokémiai eljárások, amelyek települési hulladékoknál is használatosak.

1. **Semlegesítés**
2. **Csapadékos leválasztás (kicsapatás)**
3. **Hidrolízis**
4. **Redukció**
5. **Oxidáció**
 1. **Vegyszeres oxidáció**
 2. **Nedves oxidáció**
 3. **Ózonos oxidáció**
6. **Dehalogénezés**
7. **Katalitikus hidrogénezés**
8. **Elektrokémiai módszerek**

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

OXIDÁCIÓ: olyan folyamat, amely **elektronleadással jár együtt, vagyis az adott atom v. molekula negatív töltéseinek száma csökken, a pozitív töltéseké, pedig növekszik. Ált. fogalmazásban oxidáción hidrogénleadást és vele párhuzamos oxigénfelvételt értenek, amiből következik, hogy az oxidáció csak a vele egyidejűleg végbemenő redukcióval együtt képzelhető el.**

REDUKCIÓ: minden olyan folyamat, amely **elektronfelvétellel jár együtt, azaz az atom v. molekula negatív töltéseinek száma nő, a pozitív töltéseké pedig csökken. Általánosan redukción oxigénleadást és vele egyidejű hidrogénfelvételt értenek**

Az oxidáció és a redukció kapcsolata

- egy anyag csak **akkor oxidálódhat, ha a leadott elektronokat egyidejűleg egy másik anyag felveszi**
- az oxidáló anyag a reakciópartner redukálószer, **illetve a redukáló anyag a reakciópartner oxidálószer**

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

- **Oxidálószer**ek lehetnek: a nagy elektronegativitású elemek, jellemzően a VI. és VII. főcsoport elemei, (pl.: O_2 , O_3 , F_2 , Cl_2 , Br_2) valamint olyan vegyületek (molekulák, ionok), melyekben magas oxidációfokú elemek találhatók (pl.: MnO_4^- , $Cr_2O_7^{2-}$, H_2O_2 , valamint egyéb, főleg szerves peroxidok).
- Többnyire ez utóbbiak felelősek a szabad gyökök képzéséért is.
- **Redukálószer**ek: elektron leadására hajlamos elemek, különösen az első két főcsoport tagjai (alkáli- és alkáliföldfémek valamint a hidrogén), de a legtöbb fém és néhány nemfémes elem (pl.: szén, nitrogén) is képes redukáló ágensként szerepelni a redox folyamatokban.
- Ugyancsak oxidálódhatnak ("redukálószer") a szerves vegyületek többsége is (pl.: cukrok, alkoholok, egyes vitaminok). Ez utóbbiak antioxidáns hatással rendelkeznek.

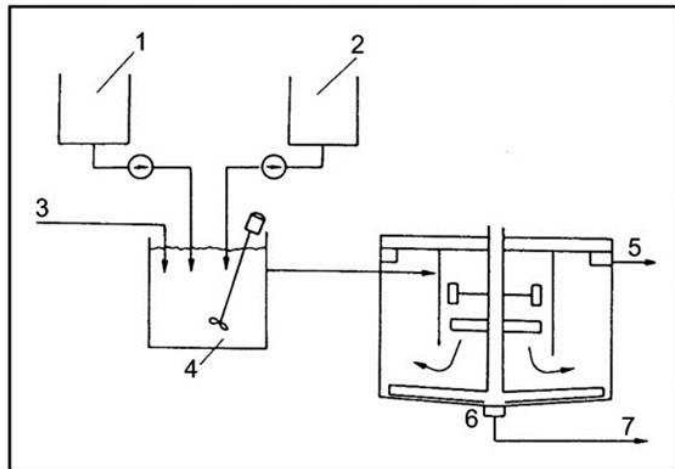
Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

KICSAPÁS: valamely oldott komponens **vízből v. oldószerből történő eltávolítása csapadékképződéssel járó kémiai reakció segítségével**. Ezen az elven alapulnak a kicsapásos vízlágyító eljárások (mész–szódás eljárás), a csapadékképződéssel járó semlegesítési, cserebomlási, hidrolízisreakciók (kémiai leválasztás, csapadékképzés).

KICSAPÓDÁS: természetes úton végbemenő, fázisváltozással (csapadékképződés) járó **fizikai v. kémiai folyamat**. A vízben oldott sók kiválása többféle változatban lehetséges. Ilyen jelenség pl. a cseppkőképződés, ami a víz elpárolgásával kapcsolatos, de lehet koncentrációnövekedés eredménye is.

Csapadékos leválasztással működő nehézfém-leválasztó berendezés folyamatábrája



- 1. lecsapatószer; 2. flokkuláló; 3. fémtartalmú oldat;
- 4. reakciótartály; 5. elfolyás; 6. derítő; 7. iszap

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

SEMLEGESÍTÉS, KÖZÖMBÖSÍTÉS, NEUTRALIZÁCIÓ:

Savas v. lúgos vizek, szennyvizek hidrogénion-koncentrációjának beállítása pH = 7 értékre. Savas és lúgos vizek **egyidejű keletkezése esetén célszerű a semlegesítést a szennyvizek részarányos egyesítésével kiegyenlítőmedencében** végezni.

Ipari üzemekben ált. a savas szennyvizek túlsúlya jellemző, semlegesítésükre olcsó vegyszert, meszet használnak. **Kénsav semlegesítésénél csapadékképződéssel járó reakció megy végbe:**



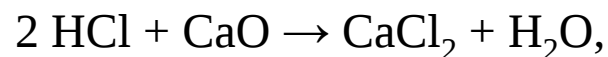
A kiváló gipsz **csökkenti az oldat ionkoncentrációját, másrésről viszont a képződött híg és a rendszerint szennyezett gipsziszap víztelenítése és deponálása** oly mértékű gondot okoz, hogy egyes nagyüzemek gazdasági megfontolásokból inkább a kénsav regenerálását választják.

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

SEMLEGESÍTÉS, KÖZÖMBÖSÍTÉS, NEUTRALIZÁCIÓ:

Amennyiben HCl semlegesítésére is meszet használnak, jól oldódó CaCl_2 keletkezik:



és a semlegesítéssel az oldat ionkoncentrációja növekszik.

Az élővizek sótartalmának növekedése jelenleg szinte alig feltartóztatható környezeti szennyeződésnek látszik.

Savas vizek semlegesítésére elterjedten használnak mészkövet v. dolomitot, vagy pedig úgy járnak el, hogy a savas vizet olyan befogadóba vezetik, amelynek medre mészkő.

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

KALCINÁCIÓ:

1. Kémiaailag **megkötött víz eltávolítása valamely anyagból** hevítéssel.
2. A kalcináció erősebb pirítás, **vagy égetés, ahol olyan hőmérsékletet alkalmaznak, amely hamut, azaz kalcinátot** eredményez
3. „Az érceknek vagy sóknak oly nemű pörkölése, melyhez a levegő hozzájárulása nem feltétlenül szükséges. A **kalcináció vagy égetés célja az, hogy az érc, ill. só vizét vagy más illó alkotó részét kiűzhessük.** Így a kalcinált szóda vagy hamuzsír olyan szóda, ill. hamuzsír, melyből izzítással víztartalmát eltávolították.
4. A pörkölés ettől abban **különbözik, hogy a levegőnek hozzájárulása a művelethez szükséges, mert a pörköléssel az érc egyes alkotó részeit akarjuk oxidálással eltávolítani.**
5. A fémeknek a levegőn **való izzítását abból a célból, hogy oxidálódjanak, régebben szintén Kalciónáció-nak nevezték.**
6. Ezekhez a műveletekhez külön égető (kalcináló), illetve pörkölő kemencék kellenek.”

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

KLÓROZÁS:

1. Klórgáz, klóros víz, nátrium-hipoklorit (hypo) v. klórmész adagolásával megvalósított vízfertőtlenítés, amelynek az a feladata, hogy a vízben (szennyvízben) jelen lévő mikroorganizmusok egyedszámát egy adott színre csökkentse.
2. A felsoroltak közül bármelyik anyagot adagoljuk a vízhez a klórozás céljából, a hipo-klórossav (HOCl), ill. a hipo-klorit anion (OCl^-) vesz részt a mikroorganizmusok elpusztításában.
3. A hipo-klórossav és a hipo-klorit-anion egymáshoz viszonyított aránya a pH függvénye. A pH csökkenése a hipo-klórossav arányát növeli. A hipo-klórossav erősebb oxidáló szer, mint a hipo-klorit-anion, így tehát klórozáskor arra kell törekedni, hogy a lehető legkisebb pH-értéket alkalmazzuk.
4. Egyéb szempontokat is figyelembe véve a klórozás szempontjából optimális pH-tartomány 7,0–7,5 között helyezkedik el.
5. Az 1970-es évek közepétől Mo.-on is megoldottnak tekinthető a klórgázzal történő biztonságos ivóvíz-fertőtlenítés, amit az Advance típusú klórgázadagoló berendezések hazai gyártása biztosít.

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

KLÓROZÁSI MELLÉKTERMÉKEK:

A vízben lévő szerves anyagokból klórozás hatására keletkező vegyületek. A klórozási melléktermékek közé soroljuk a **rövid szénláncú telített és telítetlen klórozott szénhidrogéneket, amelyeknek nagy része** mutagén hatást fejt ki az élő szervezetben, valamint a trihalogén-metán- (THM-) vegyületeket, amelyek rákkeltő hatással rendelkeznek.

A klórozási melléktermékek az ivóvíz klórral **történő fertőtlenítések**or keletkeznek **a vízben található természetes, tehát nem szennyezés következtében** vízbe jutó szerves anyagokból és a klórból (ivóvízben található mutagének).

ÓZONIZÁTOR:

Ózonfejlesztő készülék, amely elektródák között átvezetett száraz levegő oxigéntartalmának egy részét csendes elektromos kisülések **hatására ózonná (O₃)** alakítja. **Az ózon erős oxidálószer, vízben melléktermék nélkül gyorsan bomlik. Elpusztítja a baktériumokat, oxidálja a szennyező anyagokat (fenol, cianid).** Kedvező tulajdonságai miatt az *ivóvíz-* és *uszdavíz-előkészítésre* használják.

Az ózonfejlesztés **fajlagos költségeinek csökkentésével sikerült elérni, hogy az ózonos technika a szennyvíztisztításban** is egyre növekvő szerepre tesz szert, pl. aktív szenes utótisztító oszlopok csíramentesítésére használják.

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

HIDROLÍZIS: Vegyületek vízzel való reakció hatására bekövetkező bomlása.

1. Kémiai hidrolízis

- sók hidrolízise savvá és bázissá
- észterek hidrolízise savra és alkoholra
- poliszacharidok (keményítő, cellulóz) felbomlása monoszacharidokra (egyszerű cukrok) lúgos v. savas hidrolízis hatására
- zsírok elszappanosítása

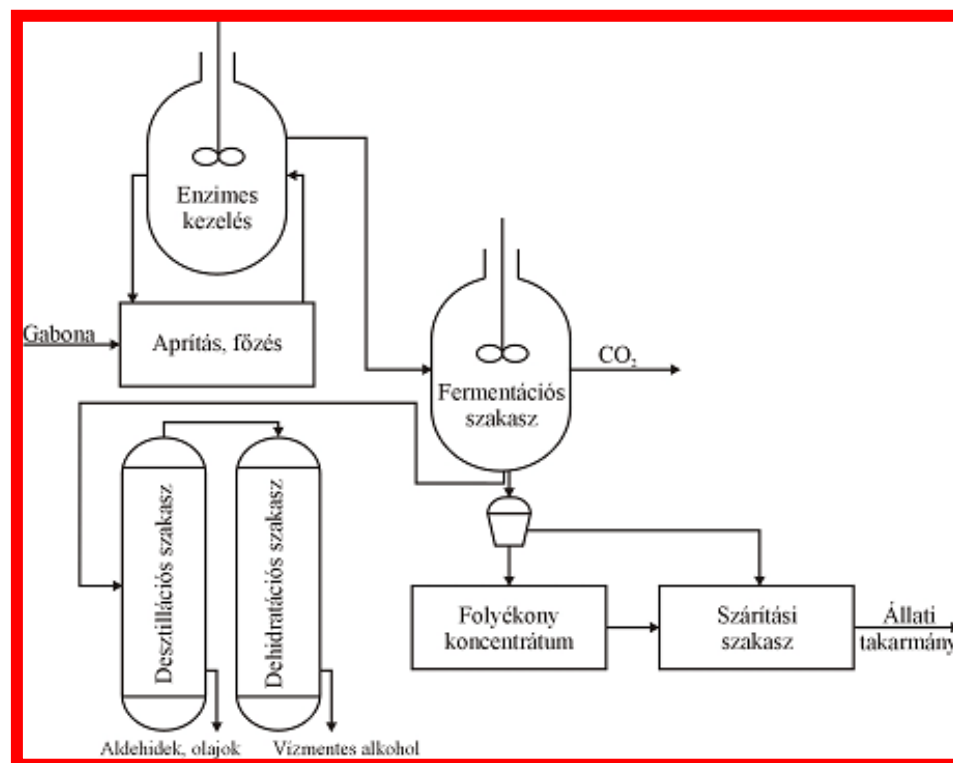
2. Enzimes hidrolízist a hidrolázok (észterázok: glikozidázok, proteázok, peptidázok; karbohidrázok; proteolitikus enzimek) végzik. A legtöbb szerves anyag biodegradációjának bevezető lépése hidrolízis. A keményítő és cellulóz hidrolízise nagy jelentőségű a hulladékhasznosítás és a megújuló energiaforrások előállítása szempontjából.

3. Kémiai és/v. biológiai technológia, amelynek során olcsó mg.-i termékek (keményítőtartalmú magvak), mg.-i és erdészeti hulladékok (maghész, kukoricacsutka, szalma, faforgács, fűrészpor), élelmiszer-, textil- és papíripari hulladékok (konzervipari és vágóhídi hulladékok, hulladék rostanyagok, szulfit-szennylúg) hidrolízissel cukrokká alakulnak. Az így nyert cukorból erjesztéssel (biokonverzió) bioalkohol állítható elő.

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

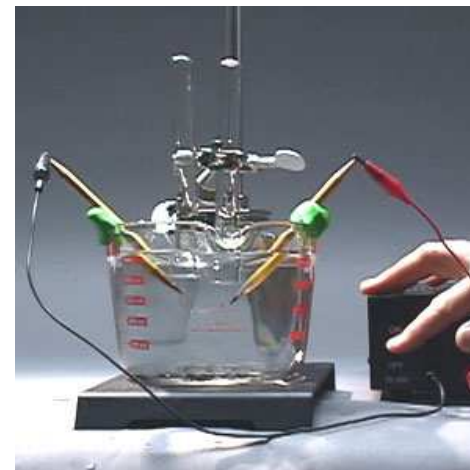
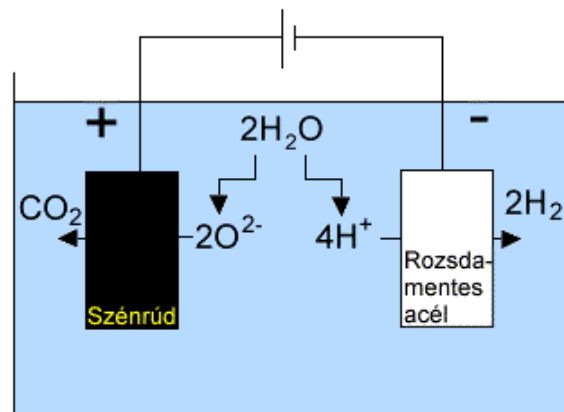
A BIOETANOL GABONA ALAPÚ ELŐÁLLÍTÁSÁNAK TECHNOLÓGIAI SÉMÁJA



Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

ELEKTROLÍZIS: az elektromos áram elektroliton való áthaladásával kapcsolatos jelenségek összessége. Az ipari elektrolízis oldott elektrolitok (pl. vizes NaCl-oldat) v. olvasztott fémsók, ill. -oxidok (pl. Al_2O_3) megbontása elektromos egyenárammal fémek (pl. Al) v. más elemek, ill. vegyületek (pl. NaOH és Cl_2) előállítása céljából. Kv.-i szempontból mind a fémalumínium előállítása, mind a klór és nátronlúg gyártása több problémát foglal magába. Az előbbi esetében legfontosabb a hidrogén-fluorid, utóbbi esetében – legalábbis a hazánkban is üzemelő higanykatódos változatnál – a **higanyemisszió veszélye. Az elmúlt néhány évben a higanyemisszió terén jelentős javulást** sikerült elérni, korszerű üzemekben ez jelenleg 3g Hg/t termelt Cl_2 körül van.



Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

KATALITIKUS ÉGETŐBERENDEZÉS:

1. A szerves légszennyező anyagok égetéses ártalmatlanítására szolgáló berendezés.
2. A katalitikus égető berendezésben az oxidációs folyamatot katalizátorral felgyorsítják, és alkalmazásával az égetési hőmérséklet 300–600 °C-ra csökkenthető, amivel jelentős energia megtakarítás érhető el.
3. Katalizátorként számos anyag, ill. vegyület **alkalmazható. Hazai kísérletek alapján pl. a megfelelően kezelt mangánérc alkalmas az alifás** vegyületekkel szennyezett levegő égetéses tisztítására.
4. Az égető berendezés kialakítása **hasonló a szokásos termikus égetőberendezésekhez.**
5. Alkalmazása az oldószer-felszabadulással járó technológiák elszívóberendezéseinél és olyan szerves vegyipari technológiáknál terjedt el leginkább, ahol bűzös anyagok szabadulnak fel (pl. fermentáció).

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

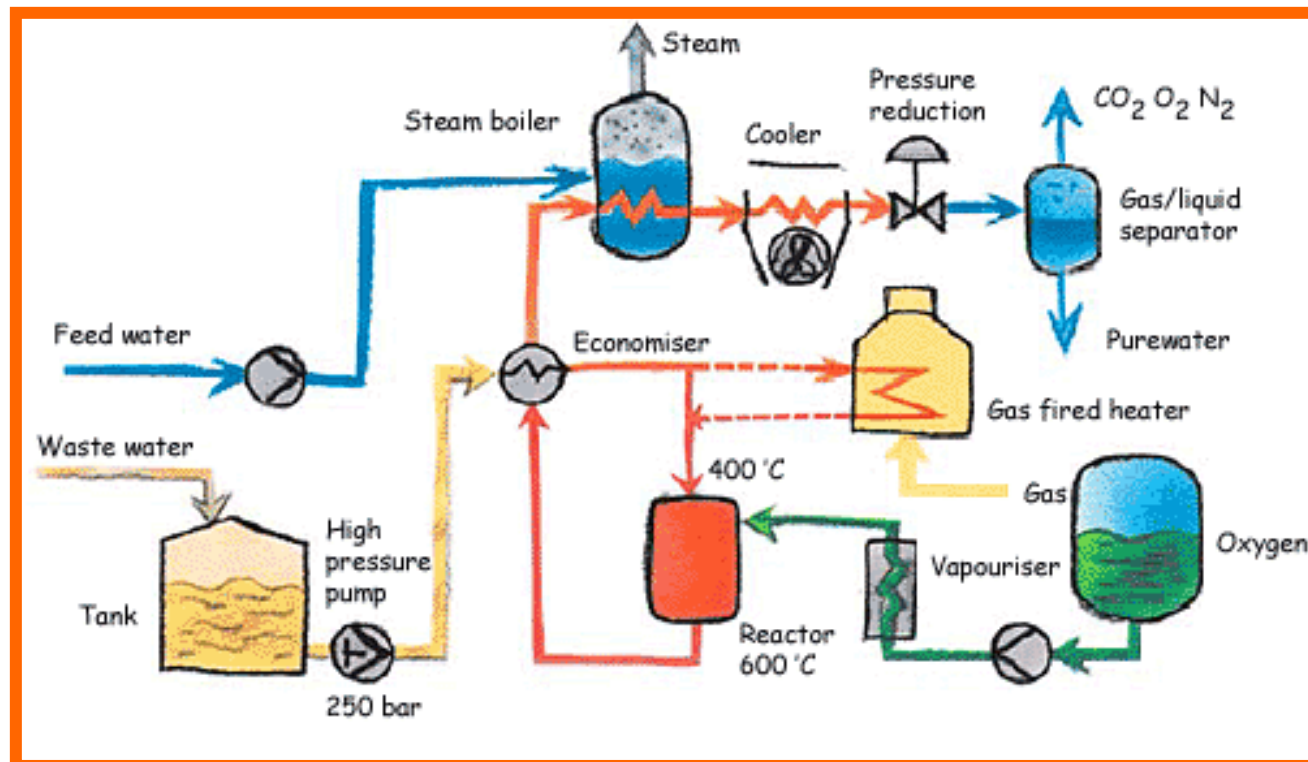
NEDVES OXIDÁCIÓ:

1. Szerves hulladékokat tartalmazó vizes **oldatok**, **szennyvíziszap teljes oxidációja oxigénnel (levegővel) a kritikus pont** alatti hőmérséklet (120-350 °C) és nyomástartományban (50-150 bar), **folyadékfázisban. A szerves komponensek a reaktorban átlagosan 85-95 % ártalmatlanítási hatásfokkal** szén-dioxiddá, nitrogénné és vízzé alakulnak.
2. A nagyobb hatásfok érdekében **300 °C feletti hőmérsékletet és/vagy katalizátort alkalmaznak. Az el nem bomlott szerves** komponensek eltávolítására további, pl. biológiai kezelést kell alkalmazni.
3. A nedves oxidációt olyan híg, **vizes oldatok kezelésére alkalmazzák, amelyekben a szerves szennyezők koncentrációja 1-20** tömegszázalék. Jól használható fenolt, cianidot, alifás és aromás szénhidrogéneket tartalmazó szennyvizek **ártalmatlanítására.**

Hulladék előkezelés

Kémiai eljárások

Sajátos változata a **SZUPERKRITIKUS VIZES OXIDÁCIÓ**, amikor a kezelendő folyadékot szuperkritikus állapotban (vizet 374 °C és 218 bar nyomás felett) tartják, melyet különleges folyékony hulladékok kezelésére használnak (pl. klórozott szénhidrogénekkel szennyezett vizes közegek). A reaktor általában buborékolatós, levegővel táplált reaktor, kaszkádrendszer.



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

SZÉCHENYI



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE