

EU konform, környezetkímélő hibrid eljárások tervezése és irányítása

Kutatási munkánkat kutatási tervünkben vállalt feladatainkkal összhangban végeztük, és eredményeinket az alábbi uniós irányelveknek megfelelően csoportosíthatjuk

- 1.) használt természeti erőforrások, anyag és energia, újrahasznosítása
- 2.) elkerülhetetlen emissziók káros hatásának csökkentése, esetleges anyag visszanyeréssel,
- 3.) tiszta technológiák alkalmazhatósága a fenti célok megvalósításában.

A természeti erőforrások újrahasznosítása során új hibrid desztillációs technikát, az extraktív heteroazeotrop desztillációt fejlesztettünk ki. Az új eljárás kifejlesztését az indokolja, hogy a használt oldószerek elegyei többnyire erősen nem-ideális folyadékelegyek, melyek elválasztása csak nagy nehézségekkel oldható meg.

Terner és kvaterner elegyek elválasztását vizsgáltuk. A négykomponensű elegyek elválasztása különleges módszereket igényel, ezek közül az általunk újonnan kifejlesztett módszer, az extraktív hetero-azeotrop desztilláció (EHAD), alkalmazását vizsgáltuk. Az EHAD alkalmazásával új, célorientált, hibrid elválasztási struktúrákat alakítottunk ki. A hibrid struktúrákban, az EHAD mellett más desztilláción alapuló elválasztásokat, pl. fáziszeperációt, heteroazeotrop desztillációt is figyelembe vettünk.

Oldószerkeleg regenerálását vizsgáltuk, és megállapítottuk, hogy az EHAD-on alapuló hibrid eljárás lényegesen hatékonyabb, és így környezetbarátibb, mint az egyéb megoldások. Az EHAD megvalósítási vizsgálata igazolta az új megoldás robusztusságát.

Életciklus elemzés kimutatta, hogy a nemideális oldószerkeleg regenerálási alternatívái közül a haekomny EHAD-on alapulók kiemelkedően jó környezeti mutatókkal rendelkeznek. Ez igazolja a hatékony hibrid eljárások tervezésének és alkalmazásának szükségességét.

Energiaintegrált desztillációs rendszerek vizsgálta kimutatta, hogy a hőintegrált rendszer a leginkább hatékony, alkalmazható. Kevésbé jó paramétereket mutat az előpárlásos kolonna és a termikusan csatolt rendszer. A szén-dioxid emisszió is ebbe a sorrendben alakul, tehát a hőintegráció a legkedvezőbb.

A levegőbe és vízbe kerülő *emissziók káros hatásának csökkentését* vizsgálva először a füstgázok ménmentesítési alternatíváit vizsgáltuk.

Megállapítottuk, hogy ha a tüztéri kénmentesítést, a meszes mosást, és a regeneratív kénmentesítést összehasonlítjuk, akkor az életciklus elemzés rámutat arra, hogy a regeneratív eljárás a legkedvezőbb, hiszen ez további hulladék nélkül végzi a füstgáztisztítást.

A Kárpát-medencére megvizsgáltuk a magyarországi kénemissziók tisztításának hatékonyságát. Modelleztük a kén terjedését, melyet meteorológiai viszonyok és földrajzi jellemzők alapján tettünk meg a Kárpát-medencére. Horizontális é vertikális modellezést

végeztünk. 90%-os kéneltávolítási hatásfokot feltételezve négy évszakot vizsgáltunk. Megállapítottuk, hogy a téli időszakban a kéneltávolítást követően nagyobb a szennyezett területek mértéke, mint a másik három évszakban (tavasz, nyár, ősz). Ez azt mutatja, hogy a téli időszakban nagyobb kéneltávolítási hatékonyság szükséges a levegőminőség garantálása érdekében.

Gyógyszeripari ill. finomkémiai szennyvizek vagy hulladékvizek nem minden esetben tisztíthatók, kezelhetők biológiai módszerekkel, és ilyenkor fiziko-kémiai módszereket alkalmazunk. A hulladékvizek/szennyvizek fiziko-kémiai kezelését ipari igény is indokolja. Az EU előírások értelmében ugyanis számos esetben a biológiai tisztítás nem engedélyezett, mert védősávot kell a lakott területeken kialakítani, melyre nincs mindig mód. Ugyancsak szigorú EU előírás a szerves halogéntartalom 5 ppm alá történő szorítása.

Desztillációs eljárást dolgoztunk ki, mellyel gyógyszeripari és finomkémiai hulladékvizek/szennyvizek illékony oldószertartalma (VOC) megszüntethető. Ezáltal, sok esetben, a KOI a csatornázhatósági limit alá csökken. A kinyert oldószer újrahasznosítható. A szerves halogéntartalom (AOX) szintén 5 ppm alá szorítható az általunk kidolgozott desztilláción alapuló eljárással.

A fiziko-kémiai módszerek előnye, hogy a hulladékvizek szerves szennyezőit kinyerhetjük, és újrahasznosíthatjuk.

Eredményesen alkalmaztuk csurgalékvizek és nehézfém-tartalmú szennyvizek tisztítására, kezelésére a membránszűrési technikákat. Számos esetben nanoszűrés is elegendő, de fordított ozmózissal mindig 90% feletti visszatartást, tisztítást értünk el. Erről a következő fejezetben még írunk

A *tiszta technológiák* közül elsősorban a membránválasztásokat vizsgálunk eredményesen. Két fő műveletet vizsgáltunk: a pervaporációt és a különböző típusú membránszűréseket. A pervaporáció matematikai modelljét tökéletesítettük. Célunk olyan modell kidolgozása volt, mellyel mérnöki feladatok megoldhatók. A modell professzionális folyamatszimulátor részeként működik. Metodológiát dolgoztunk ki, mellyel biztonságosan megállapíthatjuk a pervaporáció modellezéséhez szükséges paramétereket. Az így megállapított paraméterekkel ipari pervaporátorokat tervezhetünk, melyek hibrid elválasztási berendezés részei.

Együttműködés keretében vizsgáljuk a bioetanol, mint motorhajtó üzemanyag, energiatakarékos előállítását. A membránszűrések keretében, szintén az EU elveivel összhangban, a hulladékvizek energiatakarékos ártalmatlanítását vizsgáltuk. Nanoszűrést és fordított ozmózist vizsgáltunk. Sikerült a nagy molekulájú szennyezéseket membránszűréssel eltávolítanunk. Ezáltal csökkentjük a hulladékvizek, szennyvizek, kémiai oxigénigényét (KOI) és környezeti terhelését. A KOI a vizsgált membrántípusokkal 50-80%-al volt csökkenthető. Csurgalékvizek nehézfém-tartalmát eredményesen távolítottuk el fordított ozmózissal, KOI értéke a csatornázhatósági határ alá csökkent.

Vizsgáltuk a hibrid eljárások irányíthatóságát. Eredményeink gyakorlati alkalmazhatóságát eredményes ipari megvalósítások igazolják.