

A
BorsodChem Zrt.
MDI gyártási tevékenységének
részleges környezetvédelmi felülvizsgálata
környezetvédelmi szempontból
jelentős mértékű változások bejelentéséhez

2024. november

2. melléklet

2022. évi felülvizsgálati záródokumentáció [107] részletes technológiai leírása
az MDI gyártásról

6. A felülvizsgált MDI gyártási technológia részletes ismertetése

A 4. fejezetben a felülvizsgált MDI gyártási technológiát már röviden ismertettük, itt a technológia részletes leírása következik. Az elsőfokú környezetvédelmi hatóságnak alig másfél éve benyújtott felülvizsgálati záródokumentációban [100] adtunk utoljára részletes leírást a BorsodChem MDI gyártási technikájáról. Ez a felülvizsgálat kifejezetten azért készült, hogy gyorsítsa az MDI gyártás folyamatban lévő szinten tartó és kapacitásnövelő (400 kt/év) beruházás építési engedély-köteles lépéseinek engedélyezési eljárását, Addig a BO-08/KT/3514-12/2017. számú egységes környezethasználati engedélyben 330 kt/év volt a nevesített MDI gyártási kapacitás. Ez az üzem szakemberei szerint 2021 végére már elérte a 350 kt/év mértéket, és reális az a terv, hogy 2022 végére elérik a 400 kt/év kiépítettséget. Ennek érdekében jelenleg is nagyméretű építkezés folyik az MDI Üzemben (2. kép). Megismételhetjük azt, amit 2020-ban írtunk [100]: nem csak új készülékeket állítanak be, hanem a régebbieket elbontják, és nagyobbakra cserélik. **Az elmondások szerint az idén is több készüléket felújítanak, duplikálnak, tartalékokat építenek be.** Ezek a munkák elsősorban nem a kapacitásnövelés eszközei, hanem a termelésbiztonságot (a műszaki teljesítményt) fokozzák. Egy ekkora, és olyan sok készülékből álló összetett üzemben, mint amilyen az MDI Üzem, különben is mindig lesz olyan készülék, amit fel kell újítani. Ilyenkor mindig teret nyernek az innovatív megoldások, hasznosítják a termelés során megszerzett tapasztalatokat: nagyobbra, jobbra cserélik a régit. Előfordul az is, hogy felújítva újra indítanak egy korábban leállított készüléket.



2. kép

A képen az MDA blokk egy része látszik. Nem kell avatott szem ahhoz, hogy észrevegyük, szinte mindenütt állványok vannak, pedig a kép nem nagyleállás, hanem 2020. 02. 02-én készült. 2022 végére a 400 kt/év kapacitás ki akarják építeni

A 2020. évi záródokumentációban [100] írtuk, hogy BorsodChem vezetősége a piaci lehetőségek jobb kihasználása érdekében úgy döntött, hogy az MDI gyártás kapacitását 2020 végére 350 kt/év, 2021 végére pedig 400 kt/év mértékűre növeli. A tervek megvalósítása nagyjából 1 éves késéssel van. A 2018-ban bejelentett [89], főként PHG (foszfén) blokkot érintő bővülést követően a legtöbb szűk keresztmetszet az MDA és az MDI blokkokban

maradt, különösen az MDA-ban. A tények, a kimérések (2020) azt mutatták, hogy az MDA blokk 31 t/h-nál nagyobb **MDA termelési kapacitással tartósan csak a minőség rovására üzemeltethető**. A 2020. évi záródokumentációban [100] jelzett beruházások jelentős része megvalósult. Alább megismételjük, amit 2020-ban [100] írtunk, és megjelöljük azt, ami már megvalósult (*dőlt betűvel a kitűzött célok*). **Kiemeljük, hogy az üzemi szennyvízkezelésben új tervek** (új elven működő TOC csökkentő) **is vannak**.

➤ **MDA blokk.** *Jeleztük, itt van a legtöbb feloldandó szűk keresztmetszet. Feloldására többek között folyamatban van*

- az alapanyag ellátó rendszer (szivattyúk, csővezetékek) üzembiztonságának javítása, kapacitásának bővítése: **lényegében megvalósult**, de mindig akad mit cserélni;
- MDA gyártás kapacitás növelése, meglévő készülékek, szivattyúk cseréje, valamint új reaktorok beépítése: **lényegében megvalósult**;
- új MDA desztillációs egység építése a meglévő szakaszos MDA gyártó rész helyére, annak elbontása után: **megvalósult**;
- új MDA tartály telepítése: **2023-ban telepítik**;
- a szennyvízkezelés módosítása: **folyamatban van** (2022-23), és **új tervek is vannak**. A szennyvízkezelés módosításának lényege, hogy szétválasztják az MDA reakcióelegy semlegesítése során képződött nagy sótartalmú vizet és a vizes mosásakor képződő kis sótartalmú vizet, és ezeket az áramokat külön fogják kezelni. A nagy sótartalmú rész kezelése megoldott volt, de új elven működő TOC csökkentő egységet terveznek. A kis sótartalmú vizet rész tisztításra a 2020-ban [100] bemutatott rendszer folyamatban van.
- A kondenzációs elegy 49%-os lúggal való semlegesítése és kondenzvízzel történő mosásakor két eltérő tulajdonságú szennyvízáram képződik, amelyet eddig nem választottak szét: egy magas sótartalmú és egy alacsony sótartalmú áram. Ezeket a kapacitásbővítéskor ketté választják, Ennek alapvető célja az, hogy a sóbepárlásra és a TOC mentesítésre adandó áramot csökkentésük.
- Új szennyvíz tartály telepítése: **2023-ban telepítik**.

➤ **MDI blokk.**

- régi ODCB desztillációs egység felújítása, újbóli üzembe vétele (a foszgénezési reakció után a nyers MDI-t sósav, foszgén és ODCB mentesíteni kell): **megvalósult**;
- egy-egy új filmbepárló sor telepítése az MDI-I és MDI-II üzembrészekbe (ez a technológiai lépés az MDI tisztítás része, nevezetesen a prekursor MDI-ből a kétgyűrűs MDI kinyerésére szolgál): **folyamatban van**, a tervezett befejezés 2022 vége.

➤ **PHG blokk.**

- új a jelenlegivel párhuzamosan üzemelő jet-mixer telepítése (ennek feladata az MDA-ODCB oldat és a foszgén-ODCB oldat keverése): **megvalósult**;
- a 3. foszgénező reaktor cseréje: **folyamatban van**, a tervezett befejezés 2022 vége.
- vizsgálják a lehetőségét csőreaktorok és flash tartály telepítésének: **ez 2023-ra tolódik**.
- A foszgénezési reakció után a reakció-elegyet sósav, foszgén és ODCB mentesíteni kell. Növelni kell az ehhez szükséges készülékek kapacitását: **összességében minden kitűzött feladat megvalósult**. Így:
 - a meglévő UC-2381 pozíciószámú HCL sztrippelő egység helyett új HCl sztrippelő blokk (UC-3381) épült a régi HCl kompresszor és régi HCl abszorpció helyére,
 - a kigázosító kolonna (UC-2341) belső részének (töltet, tányérok, elosztók) cseréje megtörtént.
- A foszgénmegsemmisítés rendszerének felülvizsgálata, a fő megsemmisítő kolonnában (UC-2901) töltet és elosztó csere, a megsemmisítő kör cirkulációs szivattyújának cseréje és a cirkulációs hűtő felületének növelése: **megvalósult**.

➤ **Szolgáltatás (UTL; utility) blokk.**

- *Hűtővíz (CW). A ~ 20 °C-os hűtővíz biztosítására új, 9000 m³/h kapacitású háromcellás atmoszférikus hűtőtorony épül. **Megépült.***
- *Hűtött víz (CHW). A tervezett MDI gyártási kapacitás növeléséhez plusz 4000 m³/h ~ 5 °C-os hűtött vizet előállító hűtőkapacitás telepítése szükséges. Egy erre a mennyiség előállítására alkalmas, lítium-bromid hűtőközeggel működő abszorpciós hűtőgépcsoport létesítését tervezik, mely hűtőgépek az üzem hulladék hőjét hasznosítják, így rendkívül energiatakarékosak lesznek: **folyamatban van**, a tervezett befejezés 2022 vége.*
- *A szolgáltatások csővezetékeinek bővítése: **lényegében megvalósult.***

Fentebb írtuk, hogy a másfél éve benyújtott felülvizsgálati záródokumentációban [100] az MDI gyártást részletesen ismertettük. Mivel maga a technológia nem változott, logikus, hogy alapján azt leírást vesszük most is át. Alapján: az a felülvizsgálat a kapacitásbővítéshez készült, ezért azokat a technológiai lépéseket (pl. az MDA foszfénezés PHG blokk fejlesztéseit több alponban bemutatjuk) fejtettük ki részletesebben, melyek ezt a célt szolgálták. Itt ezek ilyen mélységű ismertetésétől eltekintünk, viszont részletesebben mutatjuk be az üzemi szennyvíz (szerves tartalmú sósvíz) kezelésében tervezett módosításokat.

Az MDI gyártás folyamatábrája az 1 tonna termékre vetített fő anyagáramok jellemző mennyiségi mutatójának feltüntetésével a 10. ábrán látható.

6.1. Az MDA gyártás részletes ismertetése

6.1.1. Kondenzáció, átrendeződés (Nyers MDA gyártás)

Az anilint és a formaldehidet vizes közegben sósav katalizátor mellett kondenzáltatják. A reakció során kis mennyiségben többgyűrűs vegyületek is keletkeznek. A reakció exoterm, a folyamat 55-110 °C között megy végbe. Az alacsonyabb hőmérsékletű tartományban kondenzációs, a magasabbban átrendeződési folyamat játszódik le, melynek során a para-aminobenzil-anilinból MDA-hidroklorid (amin-hidroklorid) keletkezik.

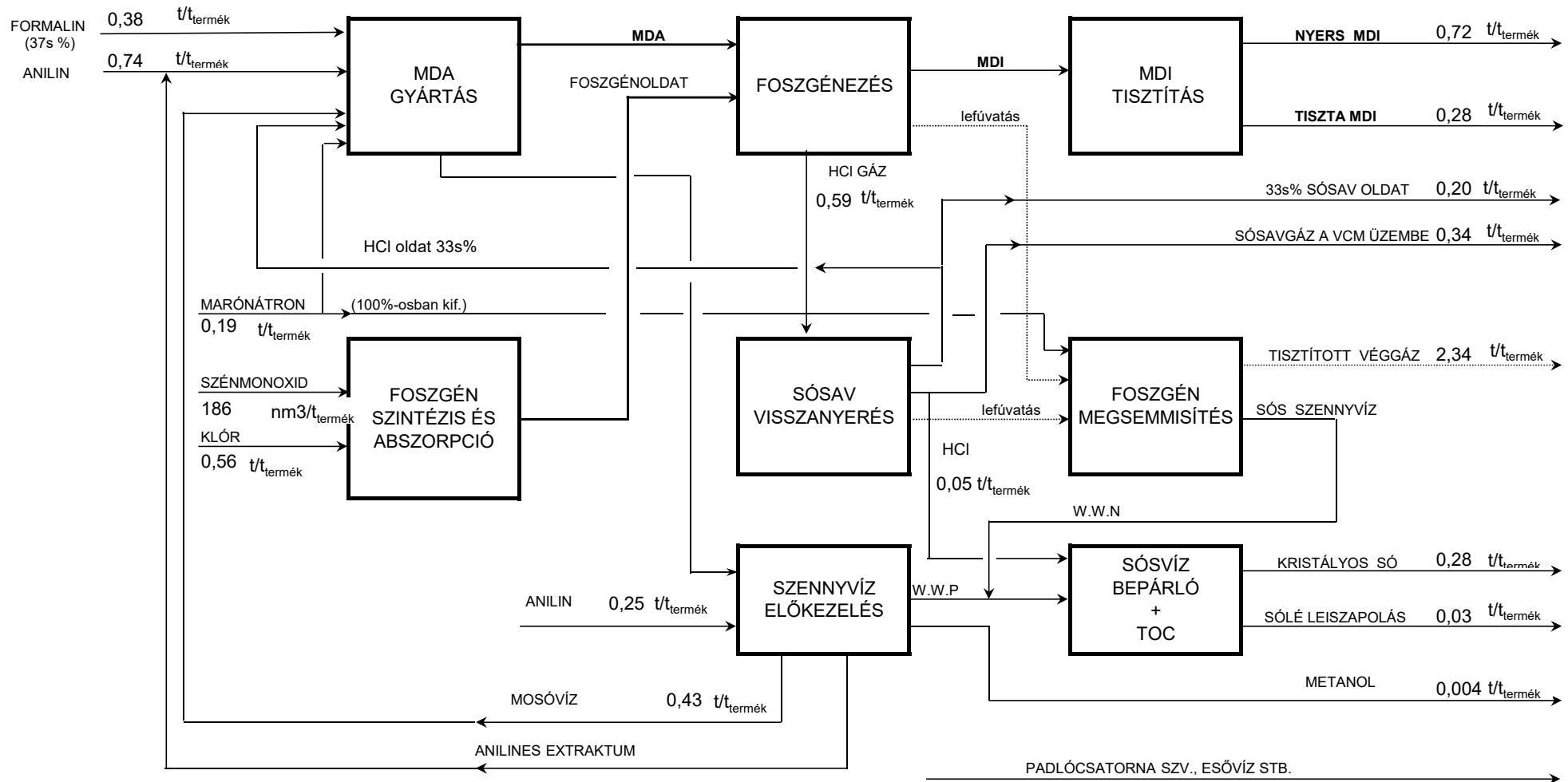
A folyamatos kondenzáció három, sorba kapcsolt reaktorban valósul meg, mindhárom reaktorhoz tartozik egy cirkulációs kör a benne lévő hőcserélővel és „super gravity mixerrel”. Az első reaktorba lép be az anilin és a sósav-oldat reagáltatásával keletkezett, úgynevezett anilin-hidroklorid. A szükséges mennyiségű formalint három lépésben adják a reakcióelegyhez, az első reaktorba adagolják a formalin 50%, a másodikba a 30%, a harmadikba pedig a 20%-át. Mindhárom reaktorban azonos hőfokot tartanak (55°C), az átadás a következő reaktorba szivattyúval történik.

A három kondenzációs reaktort az átrendező reaktorok követik, melyekből négy darab autokláv kialakítású, az ötödik pedig egy függőleges elhelyezésű csőreaktor. Az első átrendező reaktorból a kiadás átfolyással történik, az ezt követő háromból pedig szivattyúval, a hozzájuk tartozó hőcserélőn keresztül. A hőfok az átrendeződéskor folyamatosan növekszik, míg végül a csőreaktorban eléri a 110 °C-ot.

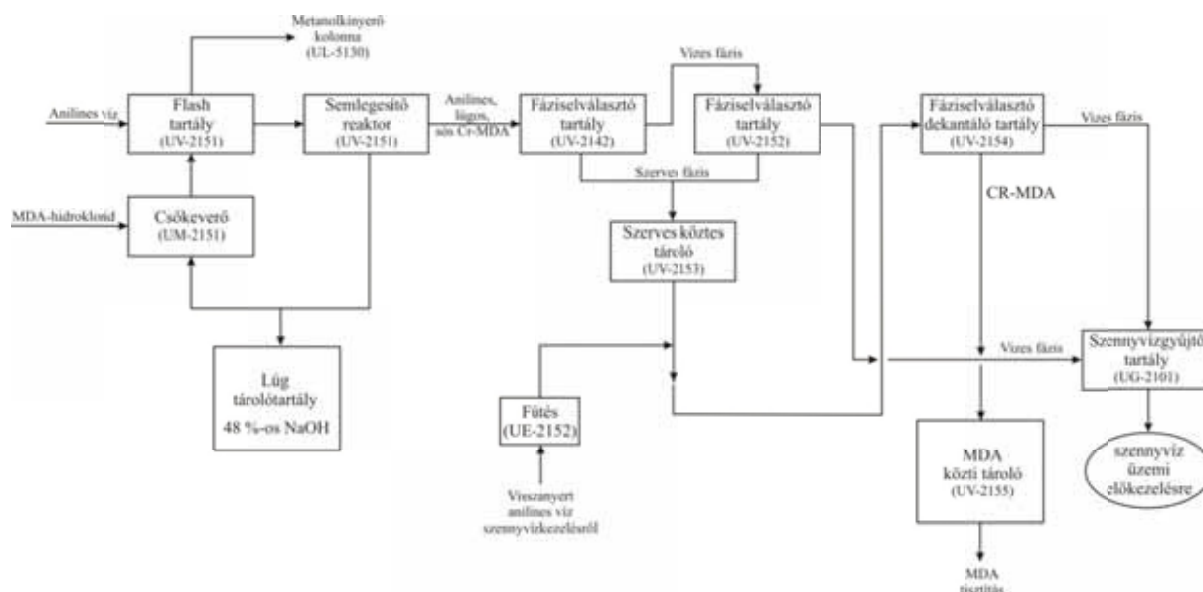
6.1.2. Semlegesítés, elválasztás

Ennek a technológiai lépésnek a feladata az átrendeződés végtermékeként kapott MDA-hidroklorid 49%-os lúggal való semlegesítése, kondenzvízzel történő mosása valamint a szerves és vizes fázis szétválasztása sűrűség különbség alapján (11. ábra). A 11. ábra csak a fontosabbnak ítélt készülékeket mutatja.

Az MDI gyártás 1 tonna termékre vetített anyagforgalmi diagramja



10. ábra



11. ábra
MDA semlegesítés és elválasztás

A csőreaktorból érkező reakcióelegy az UM-2150-es csőkeverőben találkozik a semlegesítő körben cirkuláltatott 49%-os lúggal. Innen az anyag egy flash tartályba jut, ahol 0,2 barg nyomást tartanak. A nyomáscsökkenés és a semlegesítésnél keletkezett hő hatására a víz és az anilin egy része elpárolog. A ~3,5% anilint tartalmazó gőz a tartály tetején elhelyezett tányérokön áthaladva a szennyvízkezelés UC-5130-as kolonnájának aljára jut. A cseppelhordás megakadályozása érdekében a tányérokot a szennyvízkezelésről érkező vízzel mossák. A folyadék fázis a flas tartályból az UV-2151 pozíciószámú tartályba kerül egy hattyúnyakon keresztül. A hattyúnyak a különböző nyomáson üzemelő berendezések elválasztására szolgál, mivel az ezt követő berendezések atmoszférikus nyomáson vannak.

A semlegesített termék túlfolyón az UV-2142-es pozíciószámú fázisválasztóba kerül. A dekantálóban sűrűségkülönbség alapján szétválk egymástól a szerves és szervesetlen fázis. A szerves fázis egy túlfolyón keresztül egy köztes tárolóba (UV-2153) folyik. Az alsó, szervesetlen fázis egy állítható magasságú fázishatár-szabályzón keresztül az UG-2101 szennyvíztároló tartályba kerül.

A köztes tárolóban (UV-2153) összegyűlt szerves anyagnak néhány százalék NaCl tartalma van, ezt vizes mosással távolítják el. Ezt a vizes mosást a szennyvízkezelés, illetve az MDA desztilláció során visszanyert vízzel végzik, valamint lehetőség van 100 °C-os kondenzvíz beadására is.

A köztes tartályban összegyűlt szerves anyagot az UP-2152A/B szivattyúkkal egy szabályzóköron keresztül egy keverős tartályba adják, ahol találkozik egy hőcserélőn és szabályzóköron áthaladt mosóvízzel. A mosóvizet arányszabályzással adják a szerves-sós reakcióelegyhez (a reakcióelegy és mosóvíz egymáshoz viszonyított aránya $\approx 3:1$). A tartályból az anyag egy dekantálóba (UV-2154) jut, ahol sűrűségkülönbség alapján szétválk a szerves és vizes fázis. A dekantáló alsó részéből a szerves fázis fázishatár szabályzón keresztül egy tárolótartályba (UV-2155), majd innen a CR-MDA desztilláló egységbe kerül. A dekantáló felső részén gyűlik össze az anilint és CR-MDA-t is tartalmazó sós szennyvíz, mely túlfolyón keresztül folyik az UG-2101-es szennyvíztároló tartályba. Innen kerül az üzem szennyvízkezelő egységébe, ahol a szerves anyagokat (anilin, CR-MDA) visszanyerik és újra felhasználják, a nagy sótartalmú szennyvizet pedig sósszennyvíz bepárló üzemrészbe adják át.

6.1.3. MDA tisztítás

Az MDA tisztítás egység feladata a mosott, nyers MDA tisztítása. **A tisztítás során eltávolítják az elegyből a vizet és az anilint.** Erre a célra három tisztító sort alkalmaznak, melyek működése kettő esetében megegyező, csak a kapacitásukban térnek el egymástól. Az egyik (UC-2201) óránként megközelítőleg 15-16 t, a másik (UC-2221) pedig 25-28 t anyagáram tisztítására alkalmas. A harmadik sorból (UC-2255) a vákuum alatti visszamelegítés készüléke (UE-2209/UE-2229-es LLS gőz hőcserélőknek megfelelő) hiányzik és 45-50 t/h anyagáram tisztítására alkalmas. A három sor a terhelés függvényében egymással párhuzamosan, vagy egymástól függetlenül is üzemeltethető.

A nyers MDA-t először egy hőcserélőn nagy nyomású gőzzel 150-160°C-ra melegítik, majd nyomásszabályzás után egy LLS fűtésű (szükség esetén a hiányzó nyomás LS-el pótolható) hőcserélőn (UE-2209/UE-2229) keresztül a soronkénti flash tartályba adják. A flash tartályban 40-45 mbar-on felszabadul az anilinben és vízben dús gőzfázis, miközben az elegy lehűl. A folyadék és a gőz külön ágon lép be az adott sor strukturált töltetes kolonnájába (UC-2201/UC-2221/UC-2251).

Mindhárom töltetes kolonna négy szakaszból áll. Az első szakaszban a visszanyert anilinnel visszamosás a felszálló gőzökből az MDA-t. A második szakaszban az anilin és víz főtömege flash-elődik. Itt szivattyúval külső folyadék cirkulációt tartanak. Az anyagáramot az adott sor hőcserélőjén nagy nyomású gőzzel kb. 195-200 °C-ra melegítik, majd nagy részét visszacirkuláltatják az flash tartályon keresztül a kolonnába. A kisebb része a harmadik szakaszra jut. A harmadik szakaszban a lecsurgó folyadékot kis nyomású gőzzel, a negyedik szakaszban pedig nitrogénnel sztrippelik. A nitrogénes sztrippelő szakasz célja az MDA víz tartalmának csökkentése. Ez a szakasz az anilin sztrippelésére nincs hatással. A torony alján távozó MDA anilin- és víztartalma egyenként kevesebb, mint 30 ppm.

A kolonnák tetején távozó gőzt először egy hűtővízzel, majd egy hűtött vízzel üzemelő hőcserélőre vezetik. Mindhárom hűtővizes hőcserélő kondenzátuma egy hőcserélőre (UE-2204) jut, ahol 15 °C-ra hűtik, majd egy dekantálóba (UV-2212) vezetik, ahol az egymással nem elegyedő anilin és víz szétválik. Szintén ide kerül a hűtött vizes hőcserélők kondenzátuma, a hőcserélőkről távozó gázok és gőzök a vákuum-rendszereken áthaladva a lefűjtgáz-kezelésre jutnak. A dekantálóból a felső vizes fázis túlfolyással az UV-2202 tartályba, míg az alsó anilines fázis egy fázis határszabályzón keresztül az UV-2203 tartályba kerül. Innen szivattyú szállítja vissza reflux áramként a kolonnákba, a felesleget pedig vissza az alapanyag napi tartályba (US-2101). A vizes fázist szivattyú szállítja a szennyvízkezelésre, majd onnan az MDA mosáshoz az UE-2152 készülék elé. Szintén az UV-2202 tartályból biztosítják a vákuumszivattyúkhoz a gyűrűfolyadékot is.

A kolonnák aljáról szivattyúk továbbítják a MDA-t az UC-2202-es kolonnába, mely nagyjából 15 mbar nyomáson üzemel. Az UC-2202-es kolonna aljából a tiszta MDA-t egy szivattyú nyomja meleg vizes hőcserélőn az üzemi MDA tároló tartályokba. Írtuk, új üzemi tárolótartály telepítését tervezik, ami az elaprózott tárolást megszüntetni és a tárolási kapacitást növeli az üzem kapacitásához mérten.

6.2. Az MDI gyártás részletes ismertetése

6.2.1. Az MDA foszgéneezése

A (nyers) MDI-t a tisztított (nyers) MDA orto-diklór-benzolos (ODCB) oldószerben történő foszgéneezésével állítják elő (oldat az oldatban reakciót alkalmaznak). Az MDA primer amin-csoportjának karbonilezését két lépésben végzik (12. ábra).

A foszgéneezés 5 barg nyomáson 80-140 °C-on megy végbe ODCB oldószer alkalmazásával. Az ODCB használata itt előnyös, mert a foszgént szelektíven oldja a COCl_2/HCl gázelegyből, a sósav pedig szabadon eltávozhat onnan. A sósav eltávozása azért fontos, mert a karbamoil-klorid disszociációjára, azaz az izocianát képzés irányába tolja el a reakciót.

A foszgéneező egység négyelemű reaktorkaszkádból áll, ami hosszabb reakcióidőt, így nagyobb konverziót tesz lehetővé (12. ábra). A keverőtartályban előállított MDA-ODCB oldatot egy úgynevezett jet-mixerbe vezetik, ahol reakcióba lép a szintén ide vezetett, 52%-os foszgén-ODCB oldattal. A foszgénes ODCB egyrészt a friss foszgén abszorpcióról érkezik (6.3. pont), másik része pedig recirkuláltatott foszgén oldat. A foszgén oldat formájában való reakcióba vitelének nagy előnye, hogy

- nem szükséges foszgén kompresszor, hanem elegendő csak betáp szivattyúval adagolni az oldatot,
- a reakciókörülmények (95°C, 6,3 barg) könnyen tarthatók,
- a foszgénfelesleg csökkenthető.

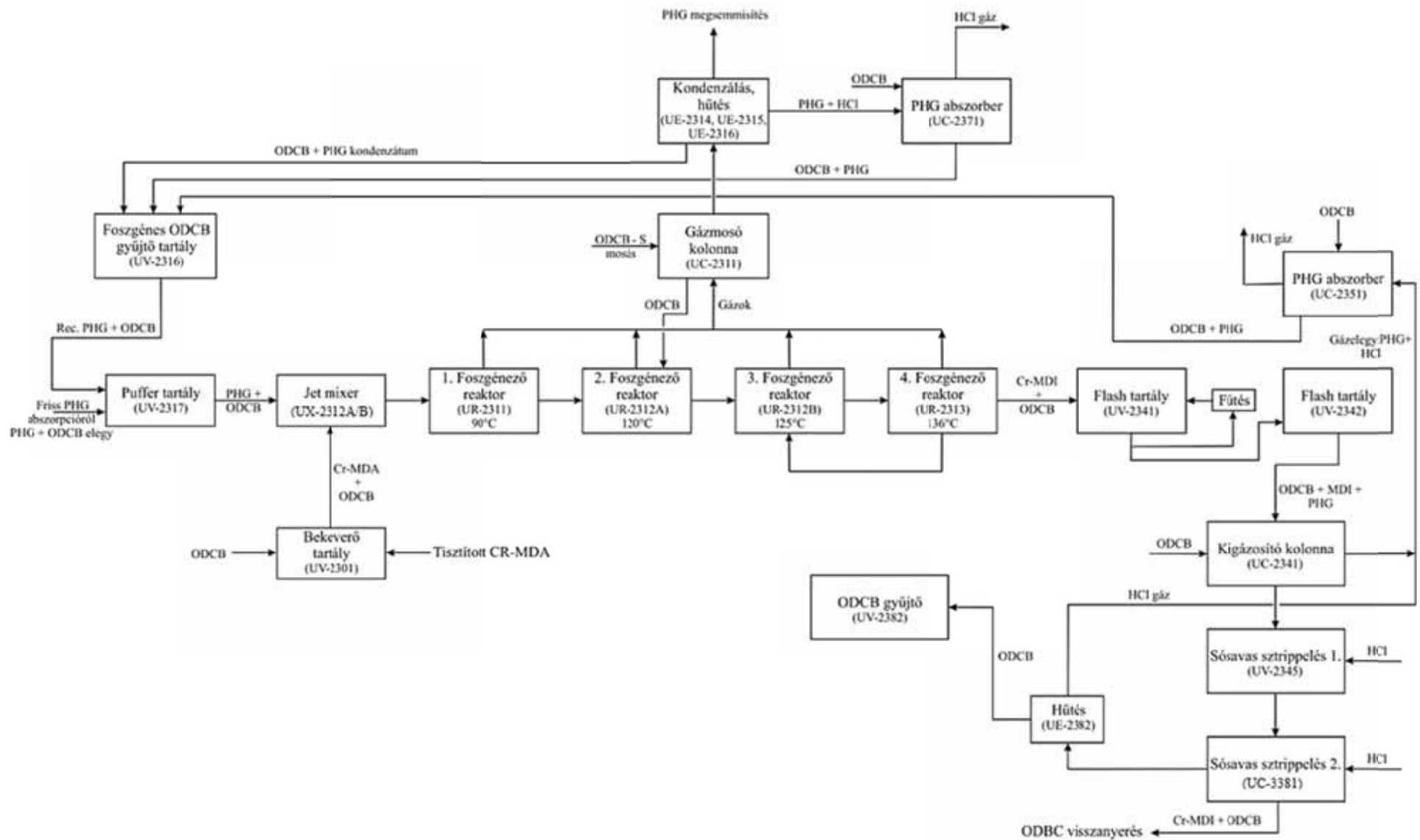
Az első reaktorból az anyag túlfolyással jut tovább a következő reaktorba, ahol 120 °C-ot tartanak. A harmadik és negyedik reaktor hőmérséklete rendre 125 és 136 °C. A két utolsó reaktor között szivattyúval belső recirkulációs áramot tartanak fenn, az utolsó reaktorhoz pedig tartozik egy szivattyúból és egy hőcserélőből álló cirkulációs kör, amellyel biztosítható a sósav és foszgén gőzök teljes mértékű kihajtása.

A reaktorok gőzteréből távozó gőzöket egy mosótoronyba vezetik, ahol az elragadott folyadékcseppeket leválasztják (12. ábra). A kilépő gázelegyet hőcserélőkön kondenzáltatják, majd a le nem kondenzált foszgént és HCl gázt szétválasztják úgy, hogy a foszgént ODCB-ben elnyeletik.

A nyers MDI-t tartalmazó elegyet egy flash-tartályba vezetik, ahol felszabadul a sósav és a foszgén egy része. Az MDI és ODCB cseppeket hideg oldószerrel visszamosás. A folyadékot egy hőcserélőn cirkuláltatva melegítik fel, majd egy újabb flash-tartályba vezetik, ahol a gőz/folyadék fázis további szétválása játszódik le.

A folyadék fázis egy ún. kigázosító kolonnára kerül, amelynek aljába HCl gázt vezetnek be az oldott foszgén és sósav kisztrippelésére. A folyadékcseppeket szintén ODCB-vel mossák vissza. A kolonna fenékterméke, amely ODCB-ben oldott CR-MDI, egy sósavas sztrippelő kolonnára jut. A kolonna alján bevezetett HCl gáz segítségével eltávolítják a vele szemben haladó reakcióelegyből a szennyezőket. Az ezzel együtt távozó ODCB minimális mennyiségű szennyezőt tartalmaz, ezért ez visszavezethető a rendszer különböző pontjaira, így csökkentve a friss ODCB bevitelt. A ~127 °C-os MDI-ODCB elegyet szivattyúval szállítják az ODCB visszanyerő egységbe.

A kigázosító kolonna gázelegyet egy újabb kolonnára vezetik (0,1 barg fejnnyomás), ahol ellenáramban -12 °C-os ODCB-vel elnyeletik a foszgént.



12. ábra
Az MDA foszgénezése. A cr-MDI tisztítása

6.2.2. Nyers MDI tisztítás

A foszgénezési reakció után a nyers MDI-t sósav, foszgén és ODCB mentesíteni kell. Ennek a technológiai lépésnek az feladata, hogy a sósavtól és a foszgén nagy részétől mentesített MDI-t tartalmazó reakció-elegyből a maradék ODCB oldatot visszanyerjék, savtartalmát csökkentsék.

A CR-MDI savtartalma jelentősen befolyásolja a későbbi termék reaktivitását. A savtartalom gyakorlatilag HCl-t jelent, ami fizikailag oldva vagy kémiai kötve fordul elő. A további feldolgozáskor a HCl reagálhat a katalizátorokkal, így lassíthatja a reakciót.

Az ODCB visszanyerését két párhuzamosan üzemeltethető soron vákuum-desztillációval, kiforralókkal fűtött kolonnában végzik (13. ábra). A sósav sztrippelő kolonna (12. ábra) kevés foszgént és sósavszennyeződést is tartalmazó fenéktermékét szivattyú továbbítja az ODCB visszanyerő egységhez. Az oldat szűrőn keresztül az első visszanyerő kolonna harmadik töltetrétege fölé jut (a kolonna háromtöltetes, az első a sztrippelő szakasz, az alsó két szakaszon folyik a rektifikálás).

A kolonna fejterméke foszgént és sósavat tartalmazó ODCB, amit egy meleg vízzel 80 °C-ra hűtött „kalapács-kondenzátoron” és egy hűtővízzel hűtött hőcserélőn választanak le.

A kolonna fenékterméke MDI (90%) és ODCB (10%), melyeket szivattyúval egy flash-tartályba nyomnak, ahonnan a második (kéttöltetes) visszanyerő kolonna második töltetszakasza fölé kerülnek.

A kolonna fenéktermékét szivattyúval szállítják az MDI desztillációs egységbe (13. ábra). Az előbbi kéttöltetes elválasztó kolonna fenékterméke (tiszt CR-MDI) egy esőfilmes hőcserélőn keresztül (203 °C) egy három szakaszból álló töltetes kolonna alsó részébe érkezik.

A kolonnában a két- és többgyűrűs MDI szétválasztása, illetve a nyomokban jelenlévő foszgén, ODCB és sósav eltávolítása történik meg. A kolonna többgyűrűs MDI-ben gazdag fenéktermékének nagy részét szivattyúval visszacirkuláltatják az esőfilmes hőcserélőbe, kis részét pedig a savcsökkentő egység kolonnájába vezetik. Ez utóbbi többgyűrűs MDI elegyből álló fenéktermékét a háromszakaszos töltetes kolonna harmadik töltetrétege fölé vezetik, ahol ezzel ellenáramban visszamosás a többgyűrűseket.

A második töltetréteg fölül egy nagyobb mennyiséget vesznek el. Ennek egy részét egy folyadékzárt biztosító tartályon keresztül szivattyúval visszashallítják az első töltetréteg fölé a visszamosáshoz, másik részét pedig az izomer desztilláló egységhez (nagy részt kétgyűrűs MDI-t tartalmaz) vezetik.

A kolonna fején távozó ODCB-t, mely tartalmaz még foszgént és sósavat is (125 °C) egy hőcserélőn kondenzálják, és úgy kerül a savcsökkentő egységbe.

6.2.3. Frakcionálás

A frakcionálással az M-MDI termékeket nyerik. Az oldószer mentesített nyers MDI, két és többgyűrűs izocianát molekulákból, valamint ezen belül is több izomerből áll. Kereskedelmi szempontból jelenleg legértékesebb – ez változhat – komponens a 2,4'-MDI. Ennek az MDI többgyűrűs molekuláktól való elválasztásának az alapját a forráspont különbségek képezik.

Az alapján kétgyűrűs MDI elegyet desztillálják (13. ábra). Ennek célja, hogy a kiindulási alacsonyabb orto-para izomer tartalmú MDI-ből (a kristályosítók első frakciói) 30-60% orto-para izomer tartalmú MDI-t és kereskedelmi minőségű para-para MDI-t állítsanak elő.

A technológiai egység feladata a kétgyűrűs MDI izomerek szétválasztása. A kétgyűrűs MDI-t tartalmazó elegyet az MDI desztillációs blokkból szivattyúval hőcserélőn át egy négy szakaszra osztott desztilláló kolonnába vezetik. A betáplálás a második töltetszakasz alá történik. Az elegyben lévő kismennyiségű többgyűrűs MDI-t fenéktermékként veszik el. Ennek nagyobb részét az esőfilmes hőcserélőn 207 °C-on kiforralva visszavezetik a kolonna aljára, kisebb hányadát pedig a nyers MDI desztillációs blokkba adják mosófolyadékként, vagy a desztillációs blokk üzemzavara esetén közvetlenül a savmentesítő kolonnába.

A 4,4' izomerben gazdag MDI elvezetése a negyedik töltetszakasz felett történik. Az anyagáramot hőcserélőn kondenzálják és 43 °C-ra hűtik, majd szivattyúval szállítják a kristályosító egységbe.

A 2,4' izomert az első töltetréteg alól veszik el, amit aztán hőcserélőn lehűtve, és átvezetve egy vákuumtörő tartályon szivattyú juttat a terméktároló tartályba.

A kolonna 2,2' izomerben gazdag fej-kondenzátumát hőcserélőn hűtve a maradékgyűjtő tartályba vezetik. A nem kondenzálódott gőzöket hőcserélőn kondenzálják, és a 2,2' izomer elvétel áramába vezetik. A már csak ppm mennyiségben maradt ODCB, foszgén, oldott gázok a vákuumrendszerbe, majd véggáz megsemmisítésre kerülnek.

A kristályosító blokk feladata az MDI izomerek (4,4'; 2,2'; 2,4'), további tisztítása az olvadáspont különbségük alapján. A kristályosítás egy szakaszosan üzemelő kristályosítóban történik előre meghatározott hűtési-fűtési program szerint, melyet párhuzamosan kapcsolt hőcserélők biztosítanak. A hőtágulás kompenzálására egy kiegyenlítő tartály szolgál, a hűtő-fűtő közeg (kezelt víz) cirkulációját pedig egy szivattyúval oldják meg. A kristályosítás inert közegben, nitrogén alatt történik.

A kristályosítót szivattyúval töltik fel, a kristályosítást követően a teljes kikristályosított anyagmennyiséget három lépésben leolvasztják.

Az első fűtési lépcsőben a 2,4' MDI izomert vezetik el egy tartályba, ahonnan szivattyúval az izomer desztilláló kolonnába továbbítják. A második lépcsőben a leolvasztott, mindkét izomert tartalmazó anyag visszakerül ismételt kristályosításra. A harmadik lépcsőben a tiszta 4,4' izomert gyűjtik egy tartályban, ahonnan szivattyú szállítja a terméktároló tartályba.

A tiszta MDI-t vagy 42 °C-on folyadék formában, vagy -20 °C-on szilárd formában tárolják.

Annak a lehetőségét, hogy a tiszta MDI (M-MDI) gyártását akkor sem kell leállítani, ha a teljes MDI üzem nem működik (ezt nevezhetjük szigetüzemnek), a korábban megépített két 5000 m³-es prekursor tartály alapozta meg [69]. Prekursornak a további feldolgozásra váró CR-MDI-t tekintjük (tisztított, oldószer mentesített, két és több gyűrűs molekulákból, illetve ezeken belül is többféle izomerből álló MDI).

6.3. Technológiába illesztett foszgén előállítás. A friss foszgén abszorpciója

Az MDI-t az MDA-ból annak foszgénezésével állítják elő. A technológiába illesztett foszgén előállítása szénmonoxidból és klórgázból történik, aktív szén katalizátor jelenlétében Az

előállított foszgent a foszgézési folyamatban azonnal felhasználják mindenféle közbenső tárolás nélkül. Fontos hangsúlyozni, hogy miképp az LVOC BREF is kiemeli, az izocianát gyártás technológiába integrált foszgen előállítása semmiképp nem tekinthető a szokásos értelemben vett foszgéngyártásnak. Az MDI üzemben a foszgent csővezetéken érkező szén-monoxidból és klórgázból állítják elő, katalitikus, gázfázisú reakcióban.

Az erősen exoterm egyensúlyi reakcióhoz aktív szén katalizátorral töltött, köpenyhűtéses csőreaktort alkalmaznak (4.3. pont). Az egyensúly eltolása, és a foszgentermék alacsony maradék klórtartalma érdekében 1-4,5 barg nyomást és 4-11 mol% CO felesleget alkalmaznak. A reaktorban az aktív zóna hőmérséklete induláskor 500-550 °C, ami rövid időn belül lecsökken 420-480 °C-ra. A katalizátor „öregedésével” az aktív zóna fokozatosan vándorol és szélesedik. A reakció során keletkező magas hőfok lehetővé teszi a hő magas hőmérsékleten történő kinyerését és hasznosítását. A foszgen szintézisekor keletkező hőt hasznosítják. [314/2005. (XII. 25.) Korm. r. *Az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás; Általános szabályok*; 17. § (1) *A környezethasználónak a környezetszennyezés megelőzése, illetve a környezet terhelésének csökkentése érdekében az elérhető legjobb technika alkalmazásával intézkednie kell: b) a tevékenységhez szükséges anyag és energia hatékony felhasználásáról.*]

A foszgénszintézis és a friss foszgen abszorpció egymással párhuzamosan üzemeltethető sorokon (vonalakon) valósul meg.

A 2018. évi változás bejelentési dokumentációban [89] egy újabb sort mutattunk be. Példaként itt is ennek a működését részletezzük. Az egység kapacitása 20 t/h. A foszgen szintézis két, egymással sorba kötött, köpenyhűtéses függőleges csőreaktorban (UR-4601/UR-4701) megy végbe 4 barg nyomáson, 4-6 mol% CO felesleg mellett. A függőleges elhelyezésű, 3713 db csövet tartalmazó csőköteges készülékek alul-felül domború fedéllel ellátottak. Korábban szintézis soronként csak egy-egy köpenyhűtéses csőreaktort alkalmaznak. **A két sorba kötött reaktorral megvalósított foszgéngyártás fő előnye, hogy a foszgen-gáz klórtartalma így kisebb lesz, ami végső soron a termék MDI jobb minőségében nyilvánul meg.** Az sem elhanyagolható szempont, hogy a reakcióhő így magasabb hőfokszinten nyerhető ki, miáltal nő az energiahasznosítás határfoka (ez általánosan kiemelt BAT elem). Az előnyök, nevezetesen az MDI termék minőségének javítása és az energiahasznosítás tehát jelentősek.

Egy esetleges üzemzavar esetén, szintézis soronként összetett reteszrendszer automatikusan kizárja a klórgáz és a szénmonoxid gáz betáplálását. Ennek hatására a reakció nagyon rövid idő alatt leáll és megszűnik a hőtermelés.

A 400 kt/év kapacitásbővítéshez másfél éve felülvizsgálati záródokumentációban [100] írtuk, hogy a magas szintű MDI gyártási kapacitáskihasználáshoz a foszgénszintézis kapacitását növelni kell. Jelen fejezet bevezetőjében pedig értékeltük a bővítés lépéseinek jelenlegi állást. Jeleztük, hogy a 3. foszgéző reaktor cseréje továbbra is napirenden van, és nem vetették el csőreaktorok és flash tartály telepítésének a lehetőségét sem.

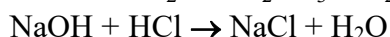
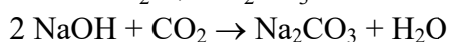
A 2018. évi változás bejelentési dokumentációban [89] írtunk a friss foszgen abszorpciójáról is. A fentebb ismertetett foszgen szintézis egység reaktoraiban (UR-4601 és UR-4701) gyártott friss foszgen abszorpciójának megvalósítására egy abszorpciós egységet (4800-as) építettek. A gyártásról érkező 105-115 °C-os 0,5% CO-t tartalmazó gázelegyet egy vízhűtéses (CW) kondenzátorra vezetik (UE-4801), ahol a foszgen fő tömege cseppfolyósodik. A le nem kondenzált gáz egy hűtött vizes (CHW) hőcserélőre jut (UE-4802). A még továbbra is gáz halmazállapotú anyagáram egy glikol-víz eleggyel hűtött hőcserélőre (UE-4803) jut, ahol még jobban lehűtik. Ennek a hőcserélőnek a kilépő gázágát egy töltetes abszorberre (UC-4801)

vezetik. Az abszorber kolonna töltetrétegének tetejét $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os ODCB-vel locsolják. Az abszorberben az ellenáramban haladó gázelegyből a foszgent az ODCB elnyeli. A kolonna gázágán fejtermékként távozó gáz CO tartalma miatt éghető, ezért a DKE/VCM üzemi melléktermék égetőbe adják, ahol az égetéskor keletkező hőt hasznosítják. Megjegyezzük, hogy a foszgén abszorberek CO tartalmú fejtermékét üzemi szinten általánosságban a DKE/VCM üzemi melléktermék elégetőjében ártalmatlanítják.

A fentebb nevesített hőcserélők kondenzátumait szintén a foszgén abszorber kolonnába adják, ahol összekeveredik a kolonna foszgén-ODCB oldat fenéktermékével. Az ODCB-ben oldott foszgén a megfelelő szerelvényeken, készülékeken keresztül már a meglévő MDA foszgéző egységbe vezethető (12. ábra).

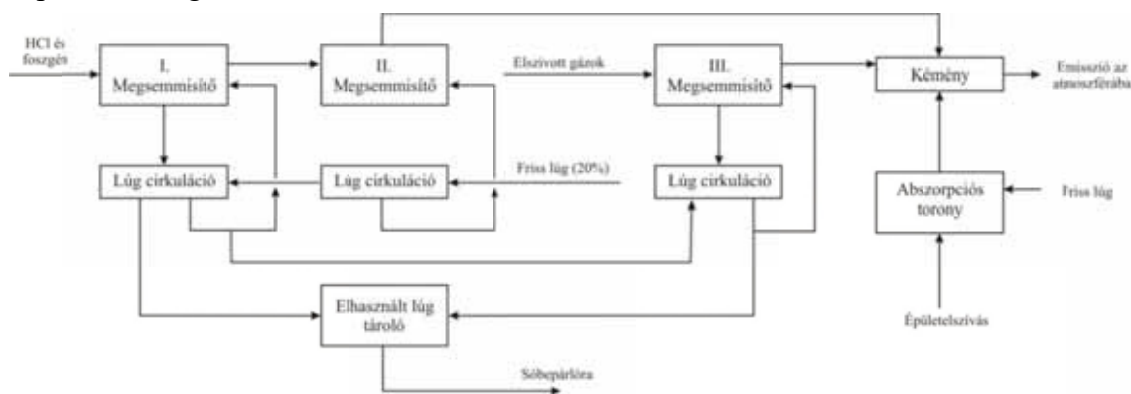
6.4. Foszgénmegsemmisítés

Az MDI gyártásakor a foszgén használata elkerülhetetlen. A technológiai rendszerben keletkező sósav és foszgén tartalmú gázlefüvásokat, illetve üzemzavar esetén a rendszerben cirkuláltatott foszgén és sósav gázt a foszgén megsemmisítő egységekben (ezért pontosabban: foszgén-sósav megsemmisítő) nátronlúggal semlegesítik. A **foszgénmegsemmisítés környezetvédelmi és biztonságtechnikai célú technológiai lépés**. A lejátszódó reakciók:



A semlegesítésre töltetes abszorber tornyok állnak rendelkezésre. A foszgénmegsemmisítés folyamatát a 14. ábrán mutatjuk be.

Üzemzavar esetén a megsemmisítő rendszer a jelenlévő teljes foszgén tartalmat képes megsemmisíteni. Foszgén tehát gyakorlatilag nem távozhat a légtérbe! A foszgén detektálására folyamatosan működő, $-40 - +50\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet tartományban üzemelő, 0-0,3 ppm méréshatárú gázdetektor hálózatot építettek ki. A gázdetektor hálózatról a 20.4. pontban még írunk.



14. ábra

Foszgénmentesítés az MDI gyártósorokon

A foszgénmegsemmisítő rendszerhez vészáramforrás tartozik, amely hálózati elektromos feszültség kimaradása esetén is biztosítja a keringető szivattyúk és néhány más fontos fogyasztó áramellátását. Ezen felül a biztonság okáért a megsemmisítő kolonnák tetején lúggal teli, úgynevezett fejtartályok vannak, amelyek a vészáramforrás indulásáig biztosítják a foszgén megsemmisítését. A fejtartályokban lévő lúgmennyiség kb. 2 percig biztosítja a folyamatos lúgbetápot a kolonnákba. Ez az idő elég arra, hogy a vészáramforrást (diesel-generátort) beindítsák, és ezzel a keringető szivattyúkkal újra biztosítsák a lág-cirkulációt.

A semlegesítésre (megsemmisítésre) három abszorber torony áll rendelkezésre, melyeket megfelelő koncentrációjú NaOH tartalmú oldattal locsolnak (14. ábra). A semlegesítés exoterm folyamat, a keletkező semlegesítési hőt az első megsemmisítő torony légcirkulációs körébe beépített hőcserélőn keresztül vonják el. Hőelvonó közegként hűtővizet alkalmaznak.



3. kép

Az MDI Üzem úgynevezett foszgén blokkja előtérben a foszgénmegsemmisítő kolonnákkal. Igazándiból csak a kép bal alsó sarkában lévő, 2017-ben készült bevágott kis képre illik rá az előbbi mondat. 2017 óta a szívás alatt tartott építmény-együttes duplájára nőtt (1. kép) és egy csőhíd úgy eltakarja, hogy nem is lehetett az egységről takarásmentes képet készíteni. A jobb alsó sarokba bevágott kis képen a foszgénmegsemmisítés nagy képen is látható, 14. ábra szerinti I.-III. kolonnája és a piros-fehérral kiemelt véggáz kürtő (P121) látszik

A különböző helyen keletkező és lefűjt foszgén tartalmú véggázok összegyűjtés után egy kétlépcsős, marónátronnal locsolt abszorpciós kolonnába kerülnek, ahol a foszgén a marónátronnal hatására elbomlik, és a bomlás során keletkező sósav semlegesítése is végbemegy. Az így kialakított, nagy biztonságot képviselő rendszerből a foszgénmentes gázok – zömmel levegő, inert nitrogén és vízgőz, valamint minimális CO – a véggáz kéményen (P121) távoznak a légterbe. A mintavételek és a karbantartás során esetleg a légterbe kerülő gázok elszívására egy önálló elszívó rendszer épült ki. A ventilátorok által elszívott esetleges szennyező anyagok külön abszorpciós toronyba kerülnek, ahonnan ugyancsak lúgos mosással megtisztítva a véggáz kéményen át távoznak. A véggáz kéménybe a már bevált gyakorlatnak megfelelően egy „on-line” foszgénelemző műszert telepítettek.

A foszgénmegsemmisítő rendszer első abszorpciós tornyán keresztül egy 60 m³-es lúgtartályból kb. 660 t/h teljesítménnyel 10-12%-os lúgot cirkuláltatnak, a második tornyon át ugyancsak egy 60 m³-es tartályból, 310 t/h teljesítményű 20%-os lúgcirkuláltatása szolgálja a biztonságot.

A foszgénes műveleteket, a foszgénnel érintett berendezéseket szívás alatti zárt térbe telepítették (1. és 3. kép). A zárt térből elszívott levegőt egy önálló töltetes toronyba vezetik, amelyben normál üzemben vizet cirkuláltatnak. Amennyiben az átszívott levegőben foszgént detektálnak, a vizet 20%-os lúgra cserélik le.

Az elhasznált lúgoldat nagysótartalmú technológiai szennyvízként jelentkezik, melynek kezelését a sóbepárló és kristályosító egységben oldják meg. Az itt bepárolt nagy sótartalmú technológiai vízből nyert nátrium-kloridot a jelenlegi gyakorlatnak megfelelően visszaforgatják a membráncellás klórgyártás technológiájába. A nagysótartalmú technológiai vizek kezelésére a 6.7. és a 6.8. pontban még visszatérünk.

6.5. Sósavvisszanyerés. Sósavoldat előállítás, kiadás

A sósavvisszanyerést a 4.5. és 6.2. pontban ismertettük. A PHG blokkban melléktermékként keletkező HCl gáz 33%-os sósav oldat gyártás céljából 35 °C-os kondenzvízzel (LC), vagy ioncserélt vízzel (DW) elnyeletik. Az abszorberre két technológiai egység felől érkezik a sósav gáz: a magas és az alacsony nyomású sósav adszorberről. A kereskedelmi minőségű 33%-os sósavoldat folyamatosan ellátja a kondenzáció sósav igényét is. A keletkezett többlet sósavoldat melléktermékként értékesíthető: csővezetéken a Klór Termelés Klóralkáli Kiszűrés egységébe szállítják, ahonnan értékesítik (2.2. és 2.5. pont).

A 4.5. pontban felsoroltuk a sósav felhasználási (hasznosítási) lehetőségeit. A száraz sósavgázt alapvetően a DKE/VCM Üzemben használják fel alapanyagként.

6.6. Technológiai véggáz kezelő egység

Az egykori MDI-I üzemben a foszgénblokk már több mint 10 éve (2009. május 15-től) nem üzemel. Az azóta végrehajtott beruházásokkal, alapvetően a 6.10. pontban bemutatandó TOC csökkentő egység megvalósításával, az egykori foszgénmegsemmisítő egység új, általánosabb funkciót kapott: technológiai véggáz kezelő egységgé vált. Ide vezetik a TOC csökkentő egység abszorber kolonnájának gázáramát is. A kibővített funkcióval a cél:

- a gyártási tevékenység környezetvédelmi teljesítményének javítása.

Az egykori foszgénmegsemmisítőben is három abszorber torony állt rendelkezésre a semlegesítésre, melyeket 12, 20 illetve minimum 5%-os NaOH tartalmú oldattal locsoltak. Az egység új funkciója abban teljeseedik ki, hogy az első kolonnára (C-2901) vezetik a sósavkompresszor biztonsági szelepének lefűvatását, a másodikra (C-2902) a kompresszor tömszelencéjének HCl tartalmú nitrogénjét, a harmadikra (C-2903) az MDI desztillációs egységek vákuum rendszereinek gázait, és ide kerül a TOC csökkentő egység abszorberének (C-2112) gáza is.

Az első abszorber toronyba (C-2901) a legnagyobb semlegesítendő gázelegy-áramot vezetik, mely a torony alján lép be. A tornyot 12%-os lúggal folyamatosan locsolják. A keletkező sósav a sósszennyvíz-gyűjtőbe kerül, amit a sóbepárlón kezelnek. Az abszorberből kilépő gáz a második, 20%-os lúggal üzemelő abszorberbe (C-2902) jut (ez a két abszorber a 4. képen két nagyobb kolonna). A két sorba kapcsolt abszorber biztosítja a hatásos tisztítást.

A fejtartályokban lévő lúgmennyiség kb. 2 percig biztosítja a folyamatos lúgbetápot a megsemmisítőkhöz. Ez az idő elég arra, hogy a vészáramforrást (diesel-generátort) beindítsák, és ezzel a keringető szivattyúkkal újra biztosítsák a lúg-cirkulációt.



4. kép

A technológiai véggáz kezelő egység.

A véggáz kürtő (P120) takarja az egyik abszorber kolonnát, a másik kettő pedig tőle a képen jobbra látható. A kép jobb szélén a három 5000 m³-s tartályból kettő a perkurzor MDI egy pedig az anilin tárolására szolgál. A két kisebb, 1000 m³-s tartályban sósvizet tárolnak. Az előtérben lévő zöld színű csővel a hűtővizet vezetik a technológia hűtővizes hőcserélőjéhez

A semlegesítés exoterm folyamat, a keletkező semlegesítési hőt az első megsemmisítő torony légcirkulációs körébe beépített hőcserélőn keresztül vonják el. Hőelvonó közegként hűtővizet alkalmaznak. Normál üzemelés során a cirkuláltatott lúg hőmérséklete a hőcserélő után 40°C. Vészlefüvatáskor az első abszorberből (C-2901) kilépő oldat maximum hőmérséklete 70 °C körüli. A hőcserélőn ekkor is 40 °C-ra kell visszahűteni a lúgot, ellenkező esetben a torony szerkezeti anyaga (szénacél köpeny derakán bevonattal), valamint a polipropilén töltet túlmelegedés miatt károsodhat.

A harmadik (C-2903) abszorber az üzem különböző helyeiről elszívott alacsony foszgén- és sósavtartalmú gázok megsemmisítésére szolgál. A töltetes tornyot min. 5%-os lúggal locsolják.

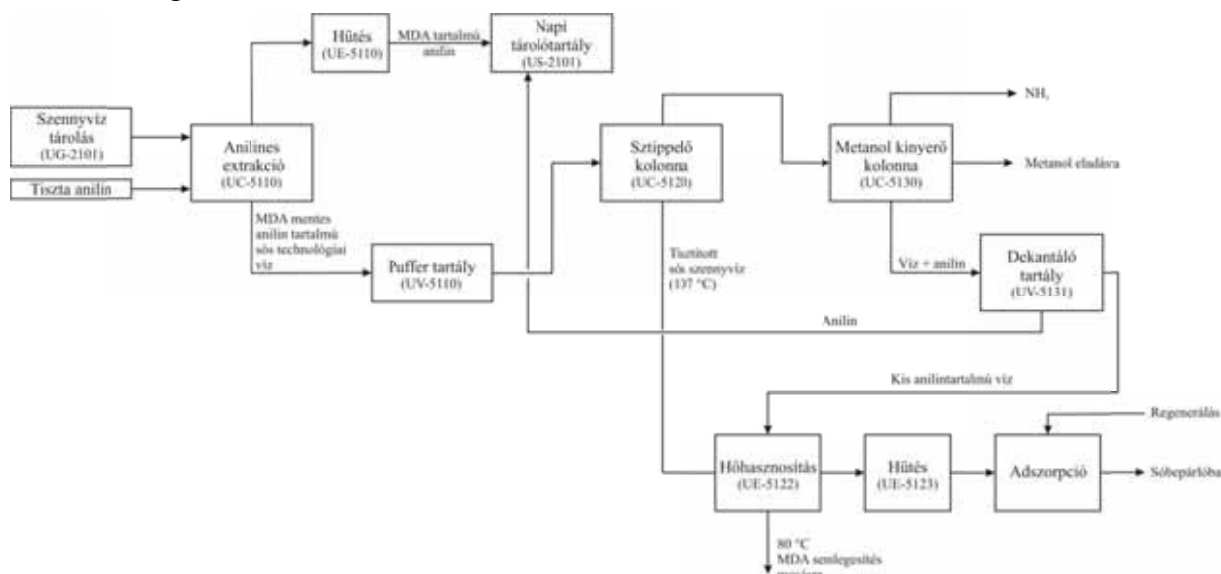
A semlegesített, foszgén és sósavmentes véggáz a véggáz kürtőn (P120 pontforrás) keresztül a légtérbe távozik. A kéményben „on-line” foszgénelemző van elhelyezve, amelynek kijelzője az üzem műszerszobájában és a BorsodChem Diszpécser Központjában van.

6.7. Az MDI (MDA) gyártás primer szennyvizeinek (process szennyvíz) kezelése

Az MDA üzemi primer szennyvíz (anilint és nyers MDA-t is tartalmazó sós folyadék) a kondenzációs elegy nátronlúgos semlegesítésekor keletkezik (6.1.2. pont; 11. ábra). Ennek a szennyvízkezelő egységnek a feladata az MDA gyártás során keletkező sós-szennyvíz szervesanyag-mentesítése. A kondenzációs elegy 49%-os lúggal való semlegesítése és kondenzvízzel történő mosásakor két eltérő tulajdonságú szennyvízáram képződik, amelyet eddig nem választottak szét: egy **magas sótartalmú** és egy **alacsony sótartalmú** áram.

Ezeket a kettéválasztják, és külön fogják kezelni. Ez a kapacitásbővítés e fejezet elején már említett, a következő két évre (2022-23) eső feladata. **A beruházás célja a sós szennyvíz mennyiségének csökkentése.** Ezzel elérhető, hogy a kapacitásbővítéssel arányosan ne növekedjen a képződött sós szennyvíz mennyisége és így a sós szennyvíz bepárló képes legyen feldolgozni a sós szennyvizet anélkül, hogy a bepárló kapacitást bővíteni kellene.

- **Magas sótartalmú szennyvízáram kezelése.** A magas sótartalmú szennyvízáramot a jelenlegi egységen (technológiai vonalon) fogják kezelni. A szennyvíz előkezelő egység kapacitása: **40 t/h**. A sósvíz gyűjtő tartályból (11. ábra; UG-2101 jelű 100 m³-es tartály) érkező primer szennyvíz MDA tartalmának eltávolításához anilines extrakciót alkalmaznak, amely egy strukturált töltetes kolonnában (UC-5110) játszódik le (15. ábra). Szintén ebbe a tartályba (UG-2101) vezetik az időszakos, illetve üzemzavarból származó technológiai vizek is.



15. ábra

Üzemi szennyvíz előkezelés az MDI (MDA) üzemben. **Magas sótartalmú szennyvízáram**

A sósvíz gyűjtő tartályból (UG-2101) szivattyú (UP-2155A/B) nyomja a sós szennyvizet az szűrőkön keresztül az extrakciós (UC-5110) kolonnába. A szennyvíz MDA tartalmának eltávolítása anilines extrakcióval történik. A tiszta anilint a szivattyúval, hűtővízes hőcserélőn át – miközben 80-90 °C-ra hűtik – táplálják be az extrakciós kolonnába. A kolonna fejterméke az MDA tartalmú anilin, amely hőcserélőkön lehűlve vagy közvetlenül egy közti tárolótartályon keresztül egy napi tartályba (US-2101) jut. A kolonna alján távozik az MDA-mentes, anilin tartalmú sós szennyvíz, ami egy közbenső puffer tartályon (UV-5110) áthaladva lép be a sztrippelő kolonnába (UC-5120), melynek feladata a sós szennyvíz anilin és metanol tartalmának eltávolítása.

A sztrippelő kolonnából (UC-5120) fenéktermékként elvett, tisztított **sós szennyvíz** hőcserélőkön (UE-5122 és UE-5123) lehűlve **adható közvetlenül a TOC mentesítő egységbe** vagy a **sóbepárlóba**. Amennyiben a sós szennyvíz minősége nem megfelelő, akkor kiadás előtt aktívszenes adszorberekre (UV-5013A/B) adják. Az adszorberek után sorba kapcsolva található meg egy további adszorber (UV-5013C), ami a sós szennyvíz tökéletesebb szerves anyag mentesítéséhez járul hozzá. Az adszorbens granulált aktív szén, mely a sós szennyvízben maradt szerves anyagot megköti.

Az adszorberekből távozó kezelt szennyvizet normál körülmények között a TOC mentesítő egységbe adják, ha az nem üzemel, akkor a sóbepárlóra. Amennyiben a TOC mentesítő és a sóbepárló üzemrész sem tudja fogadni a sósszennyvizet, lehetőség van a központi sós szennyvíz rendszerbe kiadni. Amennyiben a keletkezett sós szennyvizek szerves anyag tartalma üzemzavar, vagy más tényező miatt nem kezelhető, lehetőség van a szennyvizet puffer tartályba adni, majd onnan szabályozottan visszavezetni újratezelésre.

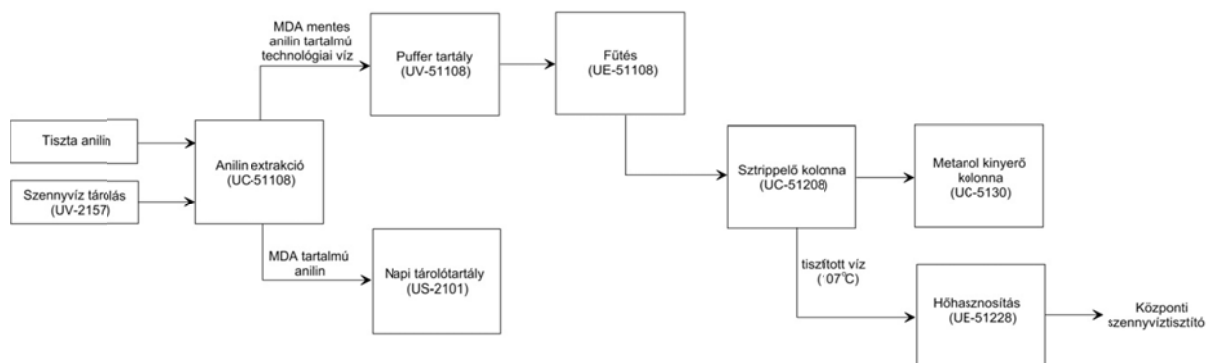
A sztrippelő kolonna (UC-5120) fejtermékét a metanol kinyerő kolonnába (UC-5130) táplálják be. Az ennek fején távozó ammóniát hőcserélőn (UE-5133) kondenzáltatják, a nem kondenzált, kis mennyiségű ammónia gázt egy mosótoronyra vezetik. A metanol kinyerő kolonna középső részén nagy tisztaságú metanolos vizet nyernek ki. Ez a **metanolos víz a szennyvíz előkezelés egyik, a központ szennyvíztisztítóra vezetett „szennyvízárama”**. A metanol kinyerő kolonnával nem választanak le akkora metanol mennyiséget, hogy a metanol értékesítése gazdaságos lenne vagy vízminőségvédelmi szempontból előnyt jelentene, ugyanakkor a metanol a szennyvíztisztítás folyamatára kedvező hatással bír. **Ez a metanolos víz ebben a megközelítésben nem szennyvíz, hanem az a szennyvíztisztítón hasznosuló vizes anyagáram.** A fenéktermék anilint és vizet tartalmaz, ezen anyagokat egy dekantálóban (UV-5131) választják el egymástól. Az anilines fázist visszavezetik a napi tárolótartályba, míg a vizes fázist az MDA semlegesítés folyamatában mosásra használják fel.

- **Alacsony sótartalmú szennyvízáram kezelése.** Ebben az évben (2022) telepítenek egy másik extrakciós és sztrippelő egységet, aminek az lesz a feladata, hogy az MDA blokkban keletkezett – eddig sósvízként kezelt – minimális sótartalommal rendelkező vizeket kezelje. Ezzel párhuzamosan (2022-23) telepítenek továbbá egy 1000 m³ tároló kapacitású tartály is, aminek feladata az MDA rendszeren keletkezett nem megfelelő minőségű vizek fogadása lesz, ahonnan ezek a vizek visszaadhatók majd a rendszer felé újbóli feldolgozásra. Ezekkel a módosításokkal biztosítható, hogy magas szerves anyag (TOC) tartalmú víz az adott egységből ne kerüljön kiadásra. Az említett módosítások tervei elkészültek.

Az anilint és nyers MDA-t is tartalmazó minimális sótartalmú folyadék is az MDA elegy vizes mosásakor keletkezik. A telepítendő szennyvízkezelő egység feladata ennek az MDA gyártás során keletkező szennyvíznek a szervesanyag-mentesítése lesz. Az építendő egység szennyvíz előkezelő kapacitása: **20 t/h.**

A mosóvíz gyűjtő tartályból (UV-2157 jelű 40 m³-es tartály) érkező primer szennyvíz MDA tartalmának eltávolításához anilines extrakciót alkalmaznak, amely egy strukturált töltetes kolonnában (UC-5110B) játszódik le (16. ábra; az ábrán a „B” hibás, az ott „8”).

A mosóvíz gyűjtő tartályból (UV-2157) szivattyú (UP-2157A/B) nyomja a szennyvizet a szűrőkön keresztül az extrakciós (UC-5110B) kolonnába. A szennyvíz MDA tartalmának eltávolítása anilines extrakcióval történik. A tiszta anilint a szivattyúval táplálják be az extrakciós kolonnába. A kolonna fenékterméke az MDA tartalmú anilin, amely közvetlenül, vagy az egy közti tárolótartályon keresztül a napi alapanyagtartályba (US-2101) jut. Ez a napi tartály közös a másik előkezelő sorral. A kolonna tetején távozik az MDA-mentes, anilin tartalmú szennyvíz, ami egy közbenső puffer tartályon (UV-5110B) áthaladva lép be a sztrippelő kolonnába (UC-5120B; (16. ábra; az ábrán a „B” hibás, az ott „8”), amely a szennyvíz anilin és metanol tartalmát távolítja el.



16. ábra

Üzemi szennyvíz előkezelés az MDI (MDA) üzemben. **Alacsony sótartalmú szennyvízáram**

A sztrippelő kolonnából (UC-5120B) fenéktermékként elvett, tisztított (előkezelt) szennyvíz hőcserélőn (UE-5122B; (16. ábra; az ábrán a „B” hibás, az ott „8”) lehűlve kiadható a központi szennyvíztisztítóra. A sztrippelő kolonna (UC-5120B) fejtermékét a másik sornál ismertetett metanol kinyerő kolonnába (UC-5130) táplálják be. A két, már előkezelt szennyvízáram itt egyesül.

6.8. Sós technológiai víz bepárló, kristályosító egység

A BorsodChem úgynevezett nagy sótartalmú technológiai (szenny)víz áramai alapvetően a primer szennyvízáramoknak a gyártástechnológiába integrált szennyvíz előkezelési folyamatában (leválasztás) keletkeznek (a gyártási technológiában ezt a folyamatot az előző, a 6.7. pontban ismertettük). **Ma már minden gyártelepi technológiában (MDI, TDI, DKE/VCM gyártás) megvalósul ezeknek a leválasztott áramoknak a külön történő kezelése és a kinyert só újrahasznosítása (3. táblázat). Ezzel egy olyan szintű megoldást valósítottak meg, amelyre a hasonló technológiáknál ez idáig nem találhatunk példát.**

3. táblázat

A sós technológiai vizek anyagáramai a BorsodChemben

Időszak	A bepárlóba vezetett sósvíz			A bepárolt só mennyisége	A TOC mentesítőből a Klór Üzembe átadott sóoldat
	MDI-ből átvett	A többi üzemtől átvett	Bepárolt sósvíz összesen		
	[m ³ /év]	[m ³ /év]	[m ³ /év]	[t/év]	[t/év]
2013. év	270.277	49.255	319.532	64.748	-
2014. év	228.659	67.424	296.083	69.540	23.192
2015. év	235.970	63.768	299.738	60.548	26.617
2016. év	182.855	78.760	261.615	50.310	24.767
2017. év	229.831	65.956	295.787	52.890	19.884
2018. év	206.437	63.458	269.895	46.184	16.812
2019. év	245.541	51.949	297.490	52.988	19.884
2020. év	226.609	47.317	273.926	46.433	21.410
2021. év	179.337	141.446	320.783	43.860	28.038

Mindenekelőtt azonban ki kell hangsúlyozni, hogy más országokban a hasonló gyártási technológiákban keletkező, magas sótartalmú technológiai vizeket megfelelő előkezelés után

valamilyen természetes befogadóba – ami az esetek döntő többségében a tenger vagy egy felhagyott bánya – engedik. Kazincbarcikán (Magyarországon) azonban nincs ilyen lehetőség, ezért **a BorsodChem rákényszerült a különböző technológiáiból származó sósvizek kezelésére**. Kezdetben, az 1970-es évek közepén, a DKE/VCM és PVC üzemek létesítésének idején, a tároláson alapuló elpárolgatásban gondolkodtak. 2005-ig a magas sótartalmú technológiai vizeket – az említett elpárolgatásos-tárolásos kezelés jegyében – a Sajó bal partján létesített, 1978-ban üzembe vett tároló medencékben, az úgynevezett Sóstón tárolták.

Napjainkra – a korszerű környezetvédelmi szemlélet jegyében – a keletkező magas sótartalmú technológiai vizek (röviden sósvizek) mennyiségének a csökkentése az elsőrendű cél. Ez a lehetőség az egyes technológiáknál műszakilag behatárolt: a keletkező sósvíz mennyisége egy adott határon túl már nem csökkenthető.

A BorsodChem az egyik sósvíz képződéssel járó gyártósora, jelesül az első MDI gyártósor (MDI-I) mellett sósvíz bepárlót létesített (a sósvíz bepárló egység szervezetileg mindig is az MDI Üzemhez tartozott, de nem része a szorosan vett MDI gyártási technológiának). Az egység 1999. végén kezdte meg a működését. A technológia bevezetése sikeresnek bizonyult, **a nagy sótartalmú technológiai víz bepárló egység kapacitását az eredeti 20 t/h-ról 60 t/h-ra bővítették. A teljes MDI gyártás sós vizein kívül itt kezelik a TDI gyártás és a DKE/VCM gyártás előzetesen szervesanyag-mentesített és előtöményített sós szennyvizeit is. Ennek megfelelően üzemszerű állapotban ma már nincs szükség az említett technológiáknál képződött sós vizeknek a Sóstóra történő közvetlen kibocsátására.** Jelenleg csak leiszapolási maradékot (15.000-25.000 m³/év), és eseti jelleggel, a bepárló üzemzavar állapotaiban, vagy leállaskor és indításkor képződött sós technológiai vizet juttatják oda a meglévő berendezésekkel. Végeredményben elérték, hogy mára a Sóstóra így kijuttatott víznek a mennyisége összességében a korábban kijuttatott sós szennyvíz mennyiségének kevesebb, mint 1/10-e. 2022, de legkésőbb 2023 végére szeretnék azt elérni, hogy a Sóstóra nem adnak ki sósvizet, és az ezt fogadó M2 és M5 medencét rekultiválják.

A sósvíz bepárló és kristályosító rendszerek feladata tehát, hogy a sós technológiai vízből olyan minőségű kristályos só (NaCl) állítsanak elő, amely visszaforgatható a BorsodChem membráncellás klór-alkáli elektrolízis folyamatába. A bepárló, kristályosító rendszer három fő egységből áll, úgy mint

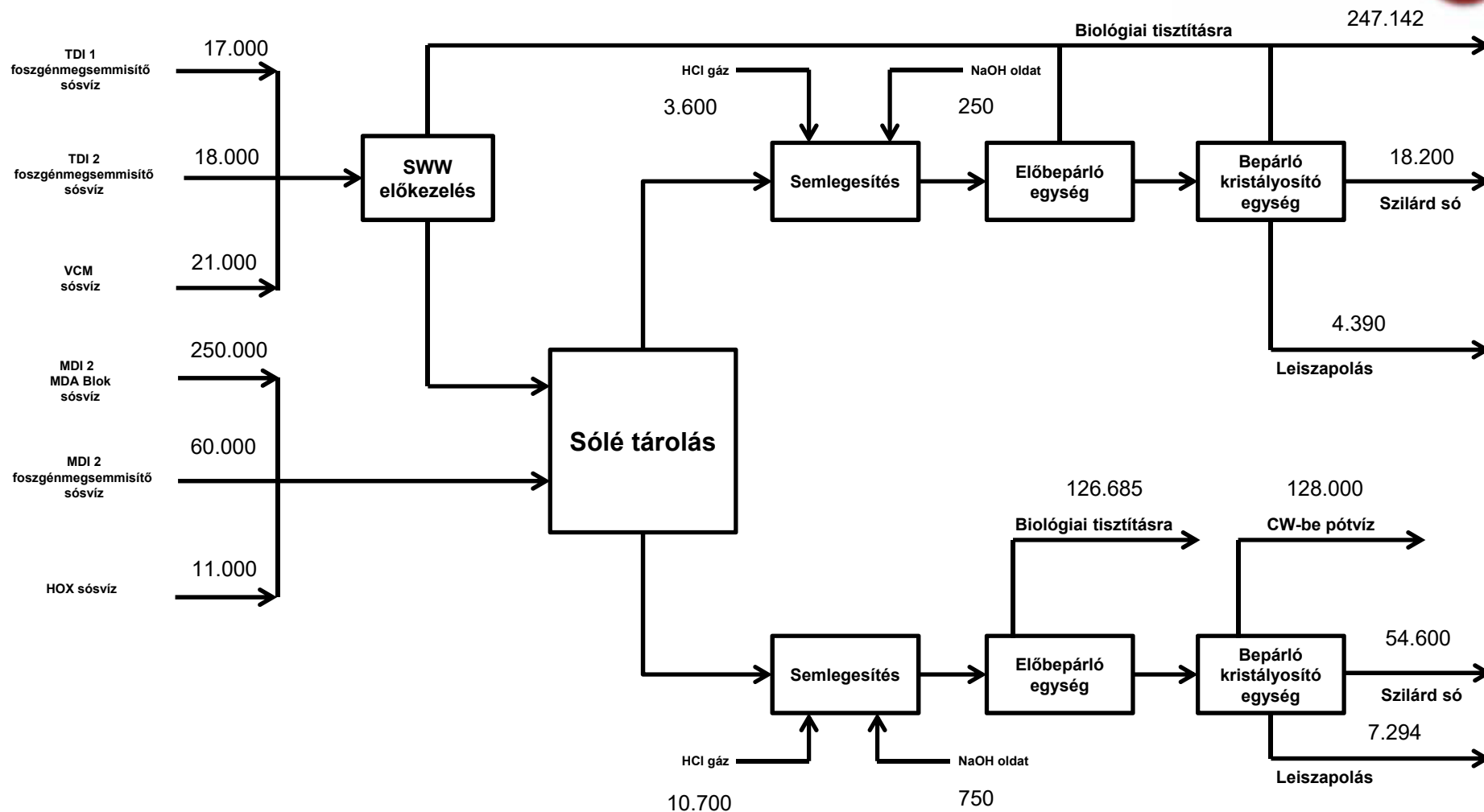
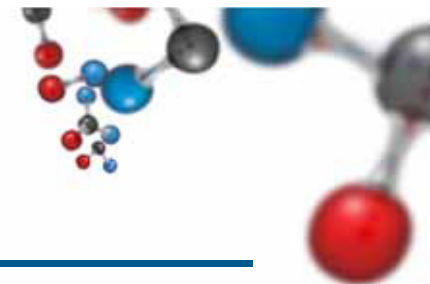
- semlegesítő és pH beállító egység,
- előbepárló egység,
- vákuumbepárló egység.

6.8.1. Semlegesítő és pH beállító egység

A sós technológiai vizet egy töltetes abszorber toronyba vezetik, ahol a szintén oda vezetett sósavgáz hatására a NaOH és Na₂CO₃ tartalma átalakul NaCl sóvá. A sós technológiai víz a szennyvíz abszorber tetején lévő elosztón lép be, és az abszorber töltetén keresztül csurog lefelé. A lecsurgó sósvíz a tölteten reagál az ellenáramban haladó sósavgázzal. A sósavgázt az abszorber alján vezetik be, a mennyiségét szabályozzák. A töltet nagy felülete biztosítja a gyors gáz-abszorpciót és a nátrium-kloriddá történő optimális konverziót.

A kezelt szennyvíz az abszorber alján gyűlik össze, a gázok (CO₂, stb.) az abszorber tetején lévő megsemmisítő rendszerbe távoznak (lásd még 6.8.4. pont). Azért, hogy a későbbiekben elkerüljék a készülékek korrózióját, az abszorber készülékből távozó szennyvíz pH-ját NaOH beadagolásával 8,5-9,0 értékre állítják be.

A Sóbepárló egységek anyagforgalmi diagramja t/év egységben 2019



17. ábra



5. kép

Sós technológiai víz bepárló, kristályosító egység. A képen megjelöltük a töltetes abszorberből távozó a gázok megsemmisítő rendszerének véggáz kürtőjét, ami a P122 pontforrás

6.8.2. Előszűrés (előbepárló egység)

Az előszűrő bepárló egység egy esőfilmes filmbepárlóból áll, ahol a nagy sótartalmú víz előszűrése játszódik le. A bepárló rendszer fő egységei: maga a bepárló készülék, egy hőcserélő, keringető szivattyú és egy cirkulációs test. A bepárláshoz szükséges hőt forró vízzel biztosítják, amelyet a hőcserélőbe vezetnek. Azért, hogy a hőcserélőben a forrást elősegítsék a szivattyúval nagy áramlási sebességet biztosítanak, minek következtében a szuszpenzió megfelelő hőmérsékletet ér el.

A bepárló készülékben a sós technológiai víz koncentrálnodik és megkezdődik a kristályos só kiválása. A szennyvíz-szuszpenzió koncentrációját úgy szabályozzák, hogy a bepárló készülékből két ponton vezetik el az anyagot. Az egyik részt közvetlenül a cirkulációs testből, a másikat pedig az úgynevezett nyugalmi zónából vezetik el, amelyben már nincs szilárd anyag. A bepárló készülékből távozó szuszpenziót egy szivattyúval átadják a második bepárló készülékbe, ahol megtörténik a só kikristályosodása.

A bepárlási folyamathoz szükséges hőmennyiséget a forróvíz-kör szolgáltatja. Amennyiben a forróvíz mennyisége, vagy a hőmérséklete nem megfelelő, akkor a bepárlási folyamathoz egy hőcserélőn keresztül gőzzel szolgáltatják a szükséges hőmennyiséget.

6.8.3. A só kristályosítása

A következő bepárló egységben – amely fő egységeit tekintve a bepárló testből, a hőcserélőből, a keringető szivattyúból és a cirkulációs testből áll – a sósvíz tovább koncentrálnodik. A bepárláshoz szükséges hőt az első készülékegység csoportból származó gőz biztosítja.



6. kép

A kristályos só kiadás a sókristályosító egységből konténerekbe történik, amit teherautóval szállítanak a klórüzembe. A fedett kiadóhelyre 3 db konténer állítható be



7. kép

A cirkulációs testből a sósvíz-szuszpenziót szivattyúval két ciklonba szállítják. A ciklonok aljából az anyag tölcserén keresztül egyenesen egy-egy centrifugába kerül. A ciklonok tetejéről az anyag a tölcseréken keresztül egy tartályba csurog, a sós zagy áram a megfelelő centrifugákba kerül.

A folyamatosan működő centrifugákban a só és a folyadék szétválik, majd kondenzált vizes mosás következik ugyancsak a centrifugában. A folyadék a centrifugákból egy gyűjtőtartályba jut, ahonnan szivattyúval szállítják át a második bepárló fokozat cirkulációs testébe. Amennyiben a folyadék koncentrációja nem megfelelő, vagy pedig a centrifugát mossa, ideiglenesen lehetőség van arra, hogy a szuszpenziót a ciklont megkerülve egyenesen egy tartályba, és onnan a második bepárló fokozatba visszavezessék.

Az első bepárlóból távozó gőzt a második fokozat fűtésére hasznosítják. A gőz egy sűrű szövésű demiszter hálón keresztül távozik a bepárló készülékből és egy hőcserélőben kondenzálódik. A gőz kondenzátumot a kondenz gyűjtő tartályba gyűjtik. A kondenzátum metanolt is tartalmaz ezért nem keverhető a második fokozatból származó kondenzvízzel. A második bepárlóból (kristályosítóból) távozó gőz útja hasonló a másik cirkulációs testből távozóéval. Itt a gőzök kondenzálásához hűtővizet használnak egy hőcserélőben.

6.8.4. A sókristályosítás és bepárlás véggáz kezelő egysége

A 6.8.1. pontban írtuk, hogy a töltetes abszorberből a gázok egy megsemmisítő rendszerbe távoznak. Ezek kezelésre egy úgynevezett véggáz kezelő egységet terveztek. Ez 2019-től állt rendszerbe. A véggáz kezelő egység lényegében két fő készülékből és a hozzájuk kapcsolódó vezetékekből, műszerekből áll.

Az első készülék egy aktív széntöltettel ellátott, gőzzel fűtött köpenyterű reaktor (R-9141), melynek töltetén játszódik le a foszgén bontása. A kezelendő gázáram a reaktor alsó részén kialakított gázbelépő csonton keresztül lép be. Itt a benne lévő vízgőz kondenzálódott része a reaktor alján összegyűlik, majd egy hattyúnyakon keresztül a VP-9103, vagy az R-9231 pozíció számú készülékbe folyik. A le nem kondenzált vízgőzzel kevert gáz a reaktor aktív szén töltetén alulról felfele halad. A foszgén aktív szén jelenlétében katalitikusan reagál vízgőzzel és HCl gázzá bomlik. A már HCl tartalmú gázelegy a reaktor (R-9141) tetején kilépve egy csővezetéken keresztül a gázmosó toronyba (C-9142) kerül.

A gázmosó torony (C-9142) egy ellenáramú rendszerű műanyag töltetes torony. A torony tetejére az FT-9142 mennyiség szabályozón keresztül 35 °C-os kondenzvizet (LC) vezetnek. A kondenzvíz a műanyag tölteten lecsorogva találkozik az ellenáramban érkező HCl gázzal, ami a vízben disszociál. A torony alján összegyűlő savas folyadékot egy szivattyú (P-9142) egy vízhűtésű hőcserélőn (E-9142) keresztül a gázmosó torony (C-9142) kondenzvíz betáp vezetékébe, majd onnan a kolonnába nyomja. Ez a cirkuláció segít a HCl oldat töményítésében és egyben a kolonnába belépő véggáz HCl mentesítésében. Így a kolonna tetején (P122) az atmoszférába távozó véggáz már nem tartalmaz foszgént és sósavat.

A kolonna aljában az állandó folyadékszintről egy hattyúnyakkal ellátott túlfolyó vezeték gondoskodik, amelyen keresztül a kilépő anyagáram a VP-9103 és/vagy az R-9231 pozíció számú készülékbe juttatható.

6.9. Üzemi szennyvíz előkezelés

A 2020-ban telepített üzemi szennyvíz előkezelő egység (UG-2001 egység) fő feladata az izocianát termelés során keletkező technológiai rendszerbe vissza nem adható szennyvizek, csurgalék, valamint csapadékvizek összegyűjtése és előkezelése. Az MDI üzem összes hasonló jellegű szennyvíz aknájából és zsompjából is ide vezetik a vizeket, beleértve az esőzések során, a kármentőkben összegyűlt esővizeket is. Az UG-2001-es szennyvízmedence tartalmát minden esetben a központi szennyvíztisztító illetékesével egyeztetve adják szivattyúval (UP-2001A/B) egy aktív szénrel töltött adszorberen (UX-2001) keresztül a központi szennyvíztisztítóra. Az adszorber feladata a szennyvíz szerves anyag tartalmának csökkentése az LVOC BATC BAT-AEPL TOC <0,5 kg/1 tonna MDI termék kibocsátási szint tartása érdekében.

6.10. TOC csökkentő egység működésének ismertetése

A 4.8. pontban már kitértünk a TOC csökkentő egység a működésének alapelveire. A 6.7. pontban részletesen bemutattuk, hogy a technológiába integrált anilines szennyvíz előkezelő aktívszenes adszorberéről (UV-5013A/B/C; az aktívszenes adszorber a szerves anyag mentesítés szempontjából biztonsági funkciót lát el) már olyan tisztaságú sósvíz kerül ki (15. ábra), amely a sóbepárlóra vezethető. A sóbepárlón ebből a sósvízből pedig olyan tisztaságú sót kristályosítanak ki, amely a klór-alkáli elektrolízisbe visszaforgatható. Abban az esetben, ha ki akarják, vagy ki kell – pl. a megnövekedett mennyiséget már nem képesek fogadni – kerülni a sóbepárlás, kristályosítás lépést, és a szervesanyag-mentesített sóoldatot közvetlenül kívánják visszavezetni a membráncellás elektrolízisbe, akkor az viszont még további tisztítást, jelesül szervesanyag-mentesítés igényel. Erre szolgál az egykori MDI-I üzem használaton kívüli MDA blokkjában – javarészt a használaton kívüli berendezések más célra történő újbóli használatbavételével és a feleslegesek kiszerezésével – kialakított TOC csökkentő egység. Mivel a sósvízben a még magmaradt széntartalmú szerves vegyületek csökkentése a cél, az egységet az „összes szerves széntartalom” angol megfelelőjével, *total organic carbon*, azaz „TOC csökkentő” névvel jelölik.

6.10.1. Meglévő TOC csökkentő egység

A meglévő TOC csökkentő egység (8. kép) a Wanhua és a BorsodChem szakembereinek innovatív megoldása. Ez a megoldás a Wanhua kínai MDI üzemében bevált, a helyi viszonyokra való adaptálása csak idő kérdése volt. Ide kívánczik, hogy a Wanhua nagy hangsúlyt fektet a környezetvédelemre, a gyártástechnológiák folyamatos fejlesztésére.

A TOC csökkentő egység első lépésben kiépített kapacitása 30 t/h sós víz kezelése. Kapacitását az határolja be, hogy a membráncellás sólékör mennyi TOC csökkentett mennyiség fogadására képes. Az egység akár 50 t/h mértékűre is növelhető.

A meglévő TOC egység működését a másfél éve készült záródokumentációban [100] részletesen bemutattuk. Itt a részletes ismertetést azért is mellőzzük, mert **egy, a jelenlegitől eltérő elven működő új egység építését tervezik. Ha az új egység beválik, akkor a meglévőre nem lesz szükség.**

A meglévő egységbe a szennyvíz előkezelő aktív szén adszorberéről (UV-5013A/B/C) a kezelendő sós vizet egy keverős reaktorba szivattyúzzák (az R-2111–R-2116 pozíciószámú kaszkád sorban lévő a kaszkád sorban lévő reaktorok az MDI-I üzem MDA kondenzáció-átrendezés reaktorai voltak). Az első reaktorban (R-2111) a sós víz pH-ját sósavgázzal beállítják. A következőben a TOC tartalmat klór gázzal oxidálják. A következő 3 db reaktor biztosítja az oxidáció végbemeneteléhez szükséges tartózkodási időt. Az utolsó reaktorban a megmaradt szabad klór tartalom elbontása nátrium-szulfit adagolásával történik.



7. kép

Az az egykori MDI-I üzem használaton kívüli MDA blokkjában kialakított TOC csökkentő egység. A kép bal oldalán jól láthatók a kaszkádsor reaktorai. Háttérben a technológiai véggáz kezelő egység. Mintegy adta magát, hogy a TOC csökkentés reaktorainak légzőit ide kössék be

A reaktorok légzői egy abszorberbe vannak bekötve. Az abszorber-kolonna locsolását a sós víz részárama biztosítja, ami a kolonna aljáról szintén az első reaktorba kerül. A kolonna tetejéről a gáz a technológiai véggáz kezelő egység 3. kolonnájába (C-2903) jut, ahol a nyomokban benne maradt gáznemű szennyezőket nátronlúggal semlegesítik (6.6. pont). A tisztított véggáz a C-2904 véggáz kürtőn (P120 pontforrás) jut a szabadba. **Az alkalmazott visszaforgatások révén a TOC csökkentő technológiának ez az egyetlen kibocsátása.**

A fentiek szerint kezelt sós vízben nyomokban még jelen lévő, maradó szerves vegyületeket a aktív szénnel töltött adszorber (C-2113A/B) köti meg. Az adszorpciót követően a sós víz pH-t lúgosra állítják be és a tisztított vizet tartályokban (S-2114A/B) tárolják. Minőségellenőrzést követően, ha minősége megfelel az előírásnak, átadják a klór üzembe, ellenkező esetben a sós víz bepárlóban dolgozzák fel.

Maga a TOC mentesítési technológia szennyvízmentes és hulladékmentes. Az esetleges csurgalékvizeket ugyanabban a földalatti szennyvízmedencében (szennyvízártnában; G-2901)

gyűjtik, amelyiket az MDA blokkban használtak. A MDI üzemi ODCB-s talajvízszennyezés feltárása óta a szennyvízaknákra fokozott figyelmet fordítanak. A medencét az évenkénti nagyleálláskor felülvizsgálták. A G-2901 medence saválló béléssel való burkolása szerepel a 2022. évi intézkedési tervben.

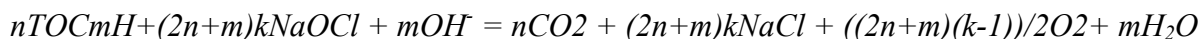
6.10.2. Tervezett TOC csökkentő egység

Az MDI Üzemben új, a meglévőtől eltérő elven működő, katalitikus TOC csökkentő egység megépítését tervezik. Az új TOC csökkentő eljárás előnyei:

- nagyobb kapacitás (már kiépítéskor 50 t/h sós víz kezelésre tervezik),
- jobb minőségű sós víz (alacsonyabb TOC tartalom),
- megbízhatóbb üzemelés (új berendezések, egyszerűbb technológia),
- kisebb telepítési helyigény (az MDI Üzemben szűkében vannak a szabad területnek).

➤ Kémiai háttér és reakció körülmények

A katalitikus TOC csökkentés során a szerves anyagot TiO alapú nikkell katalizátor jelenlétében lúgos közegben nátrium-hipoklorittal (hipó; NaOCl) széndioxidá (CO_2) oxidálják. Hipót (hypo) a BorsodChem membráncellás klórüzemében is gyártanak. Itt a hypo gyártósor (klórmegsemmisítés) elsősorban biztonsági feladatot tölt be. A hipós oxidáció (bruttó folyamat) az alábbi egyenlettel írható le:



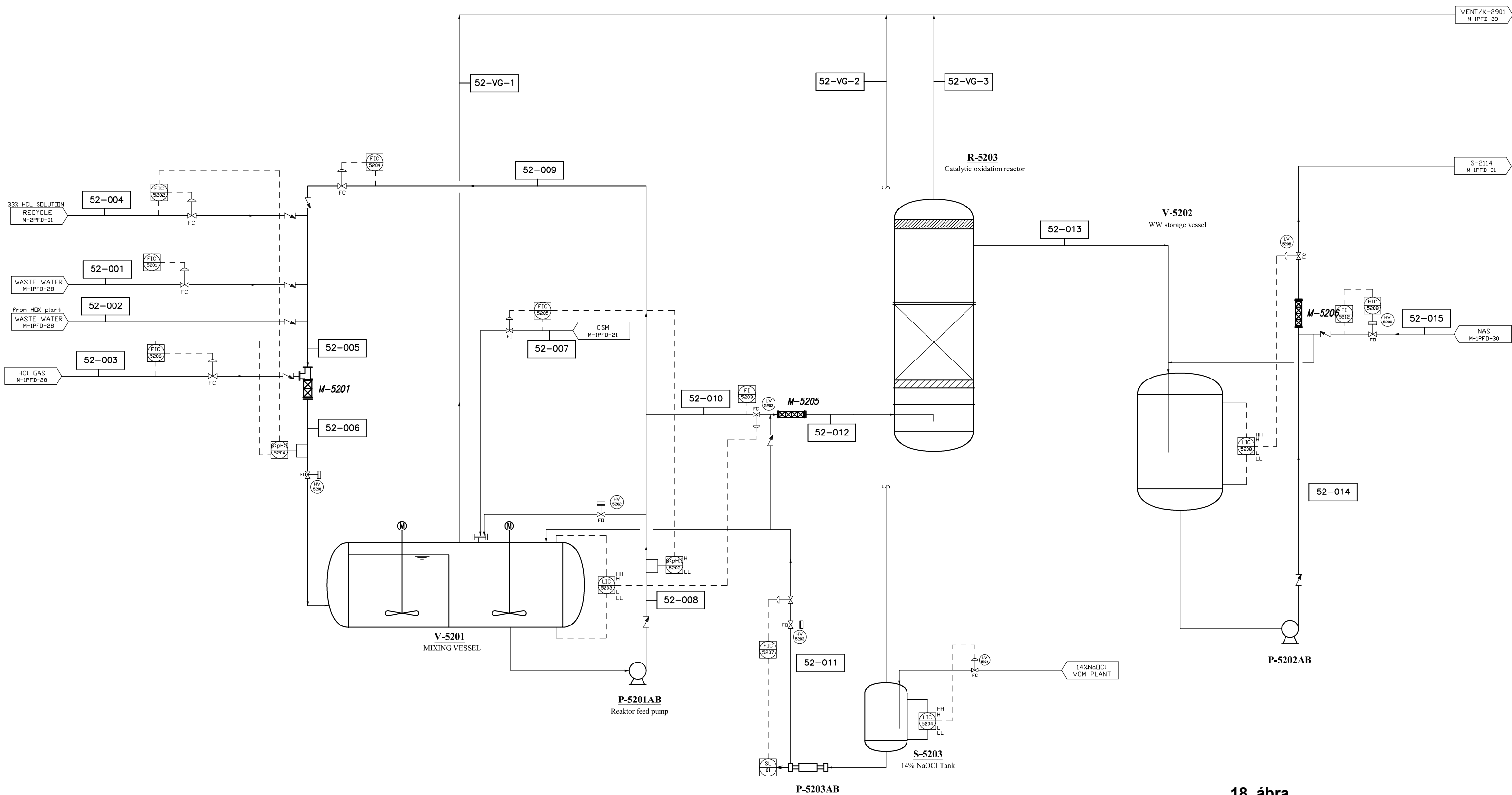
A NaOCl -ot feleslegben kell alkalmazni $12 < \text{pH} > 9$ mellett. Nagyon fontos hogy a reakció lúgos pH mellett játszódjon le. A reakció savas irányba tolja el a reakció elegy pH értékét, és ha az átmegy savas pH értékre, akkor a katalizátor károsodik és elveszíti aktivitását. De a túl magas pH érték is negatívan befolyásolja a katalizátor aktivitását és élettartalmát. Ezért a folyamat szempontjából kiemelten fontos a pH érték megfelelő tartományban történő tartása.

➤ Technológia ismertetése

A tervezett technológiát 18. ábra alapján írjuk le. A TOC rendszerbe érkező víz 1,8-2,5wt% nátrium-hidroxidot tartalmaz és így a pH értéke túl magas az ideális (10 pH) reakció körülményekhez képest. Ezért először egy statikus keverővel (M-5201), HCl gáz abszorbeáltatásával, a pH értéket a kívánt értékre állítják be. A statikus keverő után a víz az UV-5201-es fekvő hengeres keverő tartályba jut.

A vízszintes keverő tartály (V-5201) belül egy fallal két részre van osztva. Mind a két részben található egy-egy keverő. Az első térfogati részből a gravitációsan halad át az anyag a második részbe. Mind a két tartályrésznek folyamatosan méri a pH értékét. A tartálynak kettős funkciója van. Az első a homogenizálás második pedig a pH érték ingadozásainak a csökkentése. A pH minél pontos beállítása érdekében lehetőség van mind a két tartály részbe 20wt%-os nátrium-hidroxid oldat beadására.

A keverő tartályból (V-5201) szivattyúval (P-5201A/B) a folyadékot egy statikus keverőn (M-5205) keresztül a függőleges katalitikus reaktorba (R-5203) továbbítják. A statikus keverőn keresztül szivattyúval (P-5203A/B) nátrium-hipoklorit oldatot adagolnak a sós vízhez egy üzemi tartályból (S-5203). Az adagolás aránya: 1 m^3 sós vízhez 5 liter 14 (m/m)%-os hipó oldat. A reaktorban (R-5203) a reakció során keletkező széndioxid és oxigén gázok a reaktor tetején távoznak az elszívó rendszerbe. A szerves anyag (TOC) mentesített sós víz a reaktor tetején túlfolyással egy álló hengeres közbenső tartályba (V-5202) kerül.



18. ábra
A katalitikus TOC csökkentő egység felépítése

A közbenső tartályból (V-5202) szivattyúval (P-5202A/B) kiadó (sarzsoló) tartályokba (S-2114A/B) adják ki a szerves anyag mentesített sós vizet. A reaktor túlfolyójába és a kinyomó szivattyú (P-5202A/B) kiadó ágába redoxipontenciál és pH mérő építenek be. A redoxipontenciál mérő a sós víz aktív klór tartalmát méri. A kiadott vízbe lehetőség van egy statikus keverőn (M-5206) keresztül nátrium-szulfid adagolására, arra az esetre, ha a reaktorban nem bomlana el az összes nátrium-hipoklorit, és így a kiadott sós víznek magas lenne az aktív klór tartalma. Minőségellenőrzést követően, ha minősége megfelel az előírásnak, kiadó tartályokból (S-2114A/B) a szerves anyag mentesített sósvíz átadható a klórüzembe. Abban az esetben, ha nem megfelelő a sósvíz minősége, akkor bepárló, kristályosító egységbe vezetik további feldolgozásra (kristályosításra).

A reakcióhoz szükséges hipó oldatot a Klór Üzemből kapják majd csővezetéken. Ezt egy napi tároló tartályba vételezik. Innét a szükséges mennyiség dugattyús adagoló szivattyúval nyomják be a sósvíz áramba.

6.11. Számítógépes folyamatirányítás

A komplex gyártási tevékenységre vonatkozóan a vezérlési és szabályozási feladatok ellátására számítógépes folyamatirányítást alkalmaznak. A jelenlegi DCS rendszer kapacitásának felső határához érkezett, az egyre növekvő számú jel miatt a rendszert felül kell vizsgálni és bővíteni kell. A folyamat a központi műszerszobából irányítható teljesen automatikus, félautomatikus vagy kézi üzemmódban. A paraméterek kijelzése a számítógép kijelzőjén, valamint a műszerpanelokon történik. A határérték túllépések kijelzése a monitoron és a panelokon fény- és hangjelzéssel történik. A zavarüzenetek és beavatkozások írásos rögzítése megoldott.

Az irányítási rendszer elemei, az egyes gépek, érzékelők, analízátorok és motorok a technológiai rendszer által determinált pontokon helyezkednek el. Az analóg vagy digitális jelek a technológiai területen (terepen) kialakított állomásokba (node), illetve a villamos fogyasztókat különböző feszültség szinten kiszolgáló villamos alállomásokba (MCC) futnak be. A rendszer üzemállapotát leíró jelhalmaz átalakítása, továbbítása ezekben az alállomásokban történik. Az egyedileg átalakított jeleket a számítógépes rendszer terepi egységeibe (FCS) vezetik, ahonnan a rendszer más elemeiben (az irányítástechnikai kezelői állomásokon, a HIS-eken) is láthatók.