



Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium



Környezetbiztonsági Főosztály

Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához a
Fémek és műanyagok felületkezelése
terén

Budapest
2005

Előszó

Ezen útmutató tervezet a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium megbízásából készült az elérhető legjobb technika meghatározásához a felületkezelés terén.

A dokumentum elkészítését az OKTVF IPPC és Környezetállapot-értékelési Osztálya koordinálta, a szakmai anyagot a Gépipari Tudományos Egyesület Korróziós Szakosztálya állította össze.

A dokumentum elkészülését a környezetvédelmi hatóságok szakemberei is segítették.

Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság

IPPC és Környezetállapot-értékelési Főosztály
Babcsány Ildikó osztályvezető
Nyári Eszter tanácsos, koordinátor

A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium szakmai háttérintézetében, az OKTVF-ben az IPPC és Környezetállapot-értékelési Osztály információs központként működik a hatóságok, a cégek és a nyilvánosság számára az IPPC (egységes környezethasználati engedélyezési eljárás) és az elérhető legjobb technikák magyarországi bevezetése és alkalmazása kapcsán felmerülő kérdéseket illetően.

Az IPPC Osztály telefonon az (1) 209-1000, faxon az (1) 209-1001 számon, e-mailen pedig az ippc@kgi.ktm.hu címen érhető el.

IPPC-vel kapcsolatos további információk találhatóak a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium honlapján: www.ippc.hu is.

Az IPPC hatálya alá eső cégek számára javasolt, hogy az engedélykérelem elkészítésekor először a területileg illetékes zöldhatósággal vegyék fel a kapcsolatot.

Tartalomjegyzék

1. ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK.....	5
1.1 Bevezetés.....	5
1.2 A BAT alkalmazása új és meglévő üzemek esetén	6
1.3 Az engedély megszerzésére vonatkozó határidők.....	7
1.4 Az engedélykérelem.....	8
1.5 Az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás hatálya alá tartozó létesítmények.....	8
1.6 Az ágazat főbb környezeti hatásai	9
1.7 A galvánipar helyzete.....	11
2. A FELÜLETKEZELÉSRŐL.....	12
2.1 Felületelőkezelés	13
2.2 Galvanizálás	13
2.3 Kémiai fémleválasztás és cementálás.....	14
2.4 Utókezelések.....	15
2.5 Öblítés.....	15
2.6 Szennyvízkezelés	16
3. A BAT MEGHATÁROZÁSÁHOZ TEKINTETBE VEHETŐ ELJÁRÁSOK.....	17
3.1 Berendezés tervezés, kivitelezés és üzemeltetés	18
3.1.1 Szennyeződés megelőzése véletlen kifolyás/kiszóródás esetén – tervező, rajzoló, kivitelezési és egyéb rendszerek	18
3.1.2 Vegyszerek tárolása	20
3.1.3 Műveleti sor típusa és felépítése	20
3.2 Általános üzemeltetési kérdések.....	21
3.2.1 Munkadarabok védelme – elő- és utókezelés.....	21
3.2.2 Az előző mechanikai műveletekből származó szennyezőanyagok minimalizálása és optimalizálása: olajok és zsírok	24
3.2.3 Függesztő szerszám.....	24
3.2.4 Műveleti oldatok keverése	25
3.2.5 Karbantartás – üzem és berendezés.....	26
3.3 Közszolgáltatási inputok és az azokkal való gazdálkodás – energia.....	26
3.3.1 Elektromos áram	26
3.3.2 Műveleti oldatok fűtése.....	28
3.3.3 Műveleti oldatok hőveszteségének csökkentése	28
3.3.4 Műveleti oldatok hűtése	29
3.3.5 Víz.....	30
3.4 Kihordás csökkentés.....	32
3.4.1 Bevezető megjegyzések	32
3.4.2 Kompatibilis vegyszerek alkalmazása	32
3.4.3 Kihordás csökkentés – függesztett munkadarabok	32
3.4.4 Kihordás csökkentés – tömeggalvanizálás.....	34
3.4.5 Műveleti oldatok tulajdonságai – hatásuk a kihordásra	36
3.4.6 Átmenet a lecsepegtetésből az öblítésbe	36
3.5 Öblítés technikák és a kihordott anyagok visszanyerése.....	37
3.5.1 Bevezetés.....	37
3.5.2 Bepárlás, mint a kihordott anyagok visszanyerésének előfeltétele	39
3.5.3 „Öko” öblítés vagy előmártás	40
3.5.4 Szóróöblítés.....	41

3.5.5	Vegyí öblítés	42
3.5.6	Öblítővíz regenerálása.....	42
3.5.7	Egylépéses öblítési technikák	43
3.5.8	Többlépéses öblítési technikák	44
3.5.9	A kihordás visszanyerési arányának növelése	49
3.6	Alapanyag felhasználás optimalizálása	52
3.7	Elektród technika	53
3.7.1	Az elektródok különböző áramkihasználása.....	53
3.7.2	Az elektródok polaritás váltása	55
3.8	Helyettesítés – alapanyagok és eljárások választéka.....	55
3.8.1	EDTA és egyéb erős komplexképző (kelátképző) helyettesítése	56
3.8.2	Mérgező felületaktív anyagok helyettesítése és csökkentése.....	56
3.8.3	Cianidok helyettesítése – áttekintés	57
3.8.4	Horganyzás.....	58
3.8.5	Egyéb cianidos oldatok	60
3.8.6	Króm(VI)vegyületek helyettesítése és minimalizálása	60
3.8.7	A kezelt felületekről a króm(VI)ion felszabadulás minimalizálása.....	61
3.8.8	Krómozási technikák.....	62
3.8.9	Krómentes eljárások – egyéb galvanizáló eljárások	64
3.8.10	Krómtartalmú konverziós rétegek.....	67
3.8.11	Csiszolás és polírozás.....	68
3.8.12	Zsírtalanítás módjai, illetve helyettesítése	69
3.8.13	Egyéb zsírtalanító technikák	74
3.8.14	Helyettesítés alternatív eljárásokkal.....	74
3.9	Műveleti oldat karbantartás.....	75
3.9.1	Műveleti oldatok szűrése.....	81
3.9.2	Retardáció	81
3.9.3	Karbonátok és fém-szulfátok kikristályosítása	81
3.9.4	Anódizálásnál alkalmazott lúgos marató visszanyerése	82
3.9.5	Aktívszenes kezelés	83
3.9.6	Fémzennyezők eltávolítása ioncserével.....	84
3.9.7	Elektrolízis – műveleti oldatok tisztítása	84
3.9.8	Elektrolízis – fémfelesleg eltávolítása a műveleti oldatból.....	84
3.9.9	Elektrolízis – melléktermékek visszaoxidálása.....	85
3.9.10	Zsírtalanító oldatok karbantartása	85
3.9.11	Pácolás.....	89
3.10	Fémvisszanyerés	90
3.10.1	Elektrolitikus visszanyerés.....	90
3.10.2	Ioncseré – nemesfémek visszanyerése öblítővizekből.....	92
3.10.3	Kromatózás	92
3.10.4	Leccsapás	93
3.11	Nyomatott huzalozású lemezek gyártása	93
3.11.1	Belső rétegek előállítása: fekete oxidálás és oxid helyettesítő kezelés	99
3.11.2	Műveleti lépések közötti öblítés.....	99
3.11.3	Furatfémezés	100
3.11.4	Nyhl galvanizálás	101
3.11.5	Rajzolat kialakítása szilárd fotórezisztrel, a szilárd fotóreziszt előhívása nátrium-karbonát oldatban	102
3.11.6	Maratás	103
3.11.7	Lúgos marató oldatok közvetlen újrahasznosítása	103

3.11.8	Száraz fotóreziszt eltávolítás.....	104
3.11.9	Maratásálló ónbevonat eltávolítása	105
3.11.10	Oldószer kibocsátás a fotószenzitív forrasztásgátló maszk alkalmazásánál ..	105
3.11.11	Forrasztást elősegítő bevonatok előállítása	106
3.12	Légszennyezők kibocsátásának csökkentési technikái.....	110
3.12.1	Adalékok	110
3.12.2	Légelszívás, fedél és kezelési technikák	111
3.12.3	Elszívott levegő mennyiségének csökkentése.....	112
3.12.4	Energia visszanyerés az elszívott levegőből	114
3.13	Szennyvíz kibocsátás csökkentési technikák.....	114
3.13.1	Az egyes szennyezőanyagok megszüntetése és/vagy eltávolítása a keletkezési pontban	114
3.13.2	Zsírok és olajok (szénhidrogének) elválasztása a szennyvíztől	115
3.13.3	Cianid oxidáció	115
3.13.4	Nitrit kezelés	116
3.13.5	Kromát kezelés.....	117
3.13.6	Fémek kicsapása és flokkulálása.....	117
3.13.7	Kompleképzők	119
3.13.8	Anionok lecsapása.....	120
3.13.9	Végző kezelés és a technikák kombinációja	121
3.13.10	Zárt rendszerű (zéró kibocsátású) technikák.....	122
3.13.11	Szennyvizek folyamatos ellenőrzése, végellenőrzése és kibocsátása	123
3.14	Hulladékgazdálkodási technikák	124
3.14.1	Hulladékok: keletkezésük és a velük való gazdálkodás.....	124
3.14.2	Hulladék képződése elkerülése és minimalizálása.....	125
3.14.3	Hulladékok újrafelhasználása és újrahasznosítása	125
3.15	Zajterhelés szabályozása.....	127
4.	ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK.....	129
4.1	Általános BAT.....	129
4.2	BAT speciális eljárásokhoz.....	138
5.	KÖRNYEZETVÉDELMI VEZETÉSI RENDSZEREK.....	147
5.1	Elérhető legjobb technikák.....	148
6.	KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK.....	151
7.	MELLÉKLET.....	154
8.	MELLÉKLET.....	163

1. Általános információk

1.1 Bevezetés

Az Integrált Szennyezés-megelőzés és Csökkentésről szóló, 96/61/EK tanácsi irányelvet (IPPC¹ direktíva) 1999. október 30-ig kellett az Európai Unió valamennyi tagországának a nemzeti jogrendbe átültetnie.

A magyarországi EU jogharmonizációnak és az EU követelményeknek megfelelően az IPPC Irányelv a környezetvédelem általános szabályairól szóló, 1995. évi LIII. törvény módosítása és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás részletes szabályait lefektető, 193/2001. (X.19.) Korm. rendelet megalkotása révén épült be a magyar jogrendszerbe. A kormányrendelet 2001. októberében lépett hatályba² és az összes érintett létesítményben való maradéktalan végrehajtásának határideje 2007. október 30.

Az IPPC Irányelv kiemelkedő jelentőségű környezetvédelmi útmutató. Célja, a környezetre jelentős hatással bíró tevékenységek olyan egységes engedélyezési rendszerének megteremtése, melynek eredményeként a szennyezés megelőzhető, és amennyiben ez nem lehetséges, a lehető legkisebb mértékűre csökkenthető a környezet egészének védelme céljából.

Az IPPC új, alapvető követelménye az Elérhető Legjobb Technika (BAT: Best Available Techniques) bevezetése és alkalmazása. A BAT pontos meghatározása a környezetvédelem általános szabályairól szóló, 1995. évi LIII. törvény 4.§-ban található (a törvényt a 2001 évi LV. törvény módosítja, mely egyes törvényeknek a környezet védelme érdekében történő, jogharmonizációs célú módosításáról szól).

A BAT összefoglalva a következőket jelenti: mindazon technikák, beleértve a technológiát, a tervezést, karbantartást, üzemeltetést és felszámolást, amelyek elfogadható műszaki és gazdasági feltételek mellett gyakorlatban alkalmazhatóak, és a leghatékonyabbak a környezet egészének magas szintű védelme szempontjából.

Fontos megjegyezni, hogy egy adott létesítmény esetében a BAT nem szükségszerűen az alkalmazható legkorszerűbb, hanem gazdaságossági szempontból legésszerűbb, de ugyanakkor a környezet védelmét megfelelő szinten biztosító technikákat/technológiákat jelenti. A meghatározás figyelembe veszi, hogy a környezet védelme érdekében tett intézkedések költségei ne legyenek irreálisan magasak. Ennek megfelelően a BAT ugyanazon ágazat létesítményeire például előírhat többféle technikát a szennyező-anyag kibocsátás mérséklésére, amely ugyanakkor az adott berendezés esetében az elérhető legjobb technológia. Amennyiben azonban a BAT alkalmazása nem elégséges a környezetvédelmi célállapot és a szennyezettségi határértékek betartásához, és emiatt a nemzeti vagy a nemzetközi környezetvédelmi előírások sérülnének, a BAT-nál szigorúbb intézkedések is megkövetelhetők.

¹ Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC: integrált szennyezés-megelőzés és csökkentés

² A 193/2001. (X.19.) Korm. rendeletet a 47/2004. (III.18.) Korm. rendelet az egyes környezetvédelmi jogszabályok módosításáról időközben módosította, a 272/2004. (IX. 29.) Korm. rendelet –az egyes létesítmények üvegházhatású gázkibocsátásának engedélyezéséről, nyomon követéséről és jelentéséről– pedig kiegészítette

A hatóság egy konkrét technológia alkalmazását nem írhatja elő, a környezethasználónak kell bemutatnia és igazolnia, hogy az általa alkalmazott technika, technológia hogyan viszonyul a BAT követelményekhez.

A 193/2001. (X.19.) Korm. rendelet 2. melléklete tartalmazza azokat a feltételeket, melyek alapján az engedélyező hatóság és az engedélyes (a környezethasználó) egyaránt meg tudják határozni, hogy mi tekinthető BAT-nak. Annak érdekében, hogy az engedélyt igénylők és az engedélyező hatóság számára a BAT meghatározását megkönnyítsék, a Környezetvédelmi Minisztérium iparági útmutatók kiadása mellett döntött, melyek segítségével a BAT alkalmazásával kapcsolatos döntések könnyebben meghozhatók.

Ezek az útmutatók a BAT meghatározásához adnak olyan információkat, melyek egyaránt segítséget nyújtanak az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás lefolytatásához, valamint az engedélyben meghatározott követelmények betartásához.

Az útmutató célja egyben az is, hogy szakmai segítséget nyújtson az engedélyt kérelmezők részére az engedélykérelmi dokumentáció összeállításában, valamint az engedélyező hatóság munkatársai részére az engedélykérelem elbírálásához.

Az útmutató adatokat közöl az adott ágazat jelentőségéről, jellemzőiről és (adott esetben) főbb gazdasági jelzőszámairól. Bemutatja a Magyarországon alkalmazott és a BAT Referencia Dokumentumban (BREF) közölt technológiákat és az ágazatban alkalmazott folyamatokat jellemző, főbb szennyező forrásokat és szennyező komponenseket. A BAT színvonal eléréséhez szükséges követelményeket fogalmaz meg a technológia egyes szakaszaira, és javaslatokat tesz az előírásoknak való megfelelés érdekében szükséges intézkedésekre. Az útmutató információt nyújt a környezetvédelmi vezetési rendszerekkel kapcsolatban és az egyes szakterületi jogszabályi előírásokról is, melyek meghatározzák a (betartandó) kibocsátási határértékeket, amelyek egyben az egységes környezethasználati engedély megszerzéséhez elengedhetetlen minimum környezetvédelmi követelmények.

1.2 A BAT alkalmazása új és meglévő üzemek esetén

Új üzemek esetén, a BAT meghatározásakor, az ebben az útmutatóban ismertetett technológiák/technikák figyelembe vételével kell a legmegfelelőbbet kiválasztani vagy az itt leírtaknál korszerűbbet, ha ilyen az útmutató megjelenése után rendelkezésre áll. A korszerű technológiákkal kapcsolatban további információk kaphatók az Európai IPPC Irodától, (<http://eippcb.jrc.es>) valamint a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium honlapján (<http://www.ippc.hu>).

Meglévő létesítmények esetén, a BAT meghatározásakor, nagy számú tényezőt kell figyelembe venni annak eldöntéséhez, hogy melyik az a leghatékonyabb technológia, amelyik a környezet védelme szempontjából a legmegfelelőbb. A cél olyan engedélyezési feltételek meghatározása, melyek a lehető legjobban megközelítik egy új üzem létesítésekor alkalmazott előírásokat, figyelembe véve ugyanakkor a költséghatékonyságot és a megvalósíthatóságot is.

Amikor a BAT előírások alkalmazhatósága új vagy meglévő létesítmény esetében meghatározásra kerül, indokolt esetben lehetőség van az ettől való eltérésre akár a szigorúbb, akár a kevésbé szigorú feltételek irányába, mint ezt a jelen dokumentum is tárgyalja (megj. A jogszabályokban rögzített kibocsátási határértékeknél kevésbé szigorúbbakat a hatóság nem állapíthat meg). A legalkalmasabb technológia függ a helyi sajátosságoktól, ezért a lehetséges Mű-

szaki megoldások helyi költség-haszon viszonyainak elemzése lehet szükséges a legjobb megoldás kiválasztásához.

A BAT-tól való eltérést indokolhatják a szóban forgó létesítmény műszaki jellemzői, földrajzi elhelyezkedése vagy a helyi környezeti feltételek, de nem indokolhatja a vállalati jövedelmezőség.

A költségek csak a következő esetekben vehetők helyi szinten számításba:

- egy fejlesztés BAT költség/haszon egyensúlya csak akkor válik pozitívvá, ha az üzem érintett része megérett az átépítésre/rekonstrukcióra. Ezek azok az esetek, amikor az adott szektorban a BAT-ot a helyi beruházási ciklussal összhangban lehet meghatározni;
- abban az esetben, ha számos költségigényes fejlesztésre van szükség, egy fázisokra osztott program/fejlesztési terv is elfogadható, mindaddig, amíg végrehajtása nem igényel olyan hosszú időt, ami egy alacsony színvonalú, korszerűtlenné váló technológia támogatásának tűnhet.

Az előírásokat új és meglévő üzemekre egyaránt alkalmazzák és az ezektől való eltérés új létesítményeknél kevésbé indokolható. Az új üzemeknek már a működés megkezdése előtt, teljesen meg kell felelniük a BAT követelményeknek. Meglévő létesítmények esetén az üzemmenet felülvizsgálata (auditálása) alapján meghatározhatók a szükséges fejlesztések. Ilyen körülmények között a korszerűsítés időtávja is, mint engedélyezési feltétel, meghatározásra kerül.

Meglévő létesítmények esetén, melyek a BAT vagy a hatályos kibocsátási határértékek követelményeihez igen közeli feltételek mellett működnek, a kevésbé szigorú feltételek is elfogadhatók. Ilyen esetekben aránytalanul magas költséget jelentene a régi technológia újra való cserélése, a szennyezőanyag kibocsátás kismértékű csökkenése mellett. Ebben az esetben az engedélykéretnél kell olyan javaslatot tennie a fejlesztések ütemezésére, mellyel a létesítmény a lehető legközelebb kerül a BAT előírásaihoz, és ami az engedélyező hatóság által is elfogadható.

1.3 Az engedély megszerzésére vonatkozó határidők

Az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás engedélyező hatósága a területileg illetékes Környezetvédelmi, természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség.

A 193/2001. (X.19.) Korm. rendeletnek megfelelően a határidők és előírások, melyeket az egységes környezethasználati (IPPC) engedély megszerzésére kötelezett vállalatoknak be kell tartaniuk, a következők:

- 1.) A Kormányrendelet hatályba lépésétől új beruházás nem létesíthető egységes környezethasználati engedély nélkül. Amennyiben az adott tevékenységre külön jogszabály környezetvédelmi hatástanulmány készítését írja elő, az engedélyező hatóság csak a környezetvédelmi hatástanulmány jóváhagyása után indíthatja meg az engedélyezési folyamatot.
- 2.) Már meglévő létesítmények esetén az egységes környezethasználati engedély csak a Kormányrendelet 6. paragrafusában meghatározott környezetvédelmi felülvizsgálat után adható ki.

a) azon 1999. október 30-a után nem a 193/2001. (X.19.) Korm. rendelet előírásainak megfelelően engedélyezett létesítményeknek (a kiemelten kezelendő létesítmények) 2004. április 30-ig kell megfelelniük az egységes környezethasználati engedély követelményeinek. A környezetvédelmi hatóságok, ilyen létesítmények esetén 2002. június 30-ig adták ki a teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálatra kötelező határozatokat.

b) az 1999. október 30-a előtt kiadott engedéllyel rendelkező (meglévő) létesítményeknek legkésőbb – hacsak egyéb jogszabály másképpen nem rendelkezik – 2007. október 31-ig kell megfelelniük az egységes környezethasználati engedély követelményeinek. Meglévő létesítmények esetén a környezetvédelmi hatóságok 2004. január 1-ig kellett kiadni a teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálatot elrendelő határozatot.

A 193/2001 (X.19.) Korm. rendelet bizonyos esetekben előírja az engedélyek felülvizsgálatának szükségességét. Az engedélyező hatóság köteles az engedélyben rögzített feltételeket legalább 5 évente felülvizsgálni, valamint akkor is, ha:

- a kibocsátott szennyező komponensek megváltoznak
- új jogszabályok új kibocsátási határértékeket írnak elő
- jelentős változtatás történik a folyamatokban
- a BAT jelentősen változik
- a biztonságos üzemmód érdekében új módszerekre van szükség
- a létesítmény jelentős környezetterhelést okoz.

1.4 Az engedélykérelem

Az egységes környezethasználati engedély iránti kérelem tartalmi követelményeit a 193/2001. (X.19.) Korm. rendelet 3. melléklete tartalmazza. A kérelmezőnek adatokat kell adnia a telephelyéről, a vállalatáról, valamint a tevékenységéről, a javasolt fejlesztésekről, az ott folyó tevékenység irányításának és ellenőrzésének módszeréről, valamint a környezetre gyakorolt hatásokról.

A felsorolt adatok, valamint a környezeti hatások modellezése (kivéve, ha ez már a hatástanulmányban megfelelően bemutatásra került) és a BAT-nak való megfelelés bemutatása, illetve a BAT követelményeitől való eltérés indoklása az engedélykérelem technikai részének alapját képezik.

1.5 Az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás hatálya alá tartozó létesítmények

A 193/2001. (X.19.) Korm. rendelet definiálja a létesítmény fogalmát, az egységes környezethasználati engedélyhez kötött tevékenységek listáját pedig az 1. melléklet tartalmazza.

Az egyes tevékenységekhez megadott (termelési) küszöbértékek általában a termelési vagy a kibocsátási kapacitásokra vonatkoznak. Amennyiben egy üzemeltető több, azonos jellegű tevékenységet végez azonos létesítményben (pl. „Vasfémek” feldolgozására szolgáló létesítmények) vagy azonos telephelyen, akkor ezen tevékenységek kapacitásának összegét kell figyelembe venni a küszöbértékkel történő összehasonlításnál.

Jelen műszaki útmutató tárgyát képező felületkezelési tevékenységet a Kormányrendelet 1. mellékletének 2.6 pontja tartalmazza:

„Fémek és műanyagok felületi kezelésére szolgáló létesítmények elektrolitikus vagy kémiai folyamatokkal, ahol az összes kezelőkád térfogata meghaladja a 30 m³-t.”

Jelen útmutató **alkalmazási területéhez tartoznak** ezen belül a galvanizáló, anódos oxidáló, konverziós rétegeket (foszfát, kromát, stb.) előállító, barnító (feketítő), fémszínező, nyomtatott huzalozású lemezeket előállító, stb. üzemek a hozzájuk közvetlenül kapcsolódó tevékenységekkel, mint pl. szennyvízkezelés, hulladékkezelés, légtisztítás, a fentiekkel kapcsolatos energia-, víz- és anyagfelhasználás, szállítások.

Nem foglalkozik jelen útmutató a hőkezeléssel (kivéve a galvanizálással kapcsolatos hidrogén mentesítéssel), más fizikai felületkezelésekkel, mint pl. a fémgőzöléssel, a tűzi horganyzással, a kifejezetten csak pácolást végző üzemekkel (ezekkel a „Vasfémek feldolgozása” témakörű ajánlás foglalkozik), az oldószeres zsírtalanítókkal (ezekkel a „Felületi kezelésre szerves oldószeres használó létesítmények” témakörű ajánlás foglalkozik), az elektroforetikus festésekkel, az oldószeres festéssel, a porfestéssel, a műanyag bevonással.

Kezelőkád alatt jelen vonatkozásban azok a berendezések értendők, amelyekben lévő oldattal a fém vagy műanyag alkatrész érintkezik, kivéve az öblítőkádak. Értelemszerűen ide tartoznak azok a kádak, amelyekben kémiai és elektrolitikus zsírtalanítás, dekapírozás, pácolás, kémiai és elektrokémiai polírozás, galvanikus és kémiai (autokatalitikus) fémleválasztás, passziválás, kromatozás, foszfatozás, barnítás (feketítés), anódos oxidálás megy végbe. Nem tartoznak ide az öblítő- (folyóvízes, kaszkád, takaréék, vegyi), a tartalék- és a szennyvízkezelő kádak.

Szóró felületkezelés esetén kezelőkád térfogat alatt a berendezésben lévő oldat térfogatát kell érteni. Hasonlóképpen **mártó eljárásoknál is** az oldatmennyiség veendő figyelembe, nem a kád geometriai térfogata. Általánosan elfogadott, hogy a kezelőkádakat a peremük alatt legfeljebb 10 cm-ig töltik fel. Ennek megfelelően egy **kezelőkád térfogata = hosszúság x szélesség x (magasság – 10 cm).**

1.6 Az ágazat főbb környezeti hatásai

A folyamatos gazdasági fejlődés eredményeként nőtték a galvániparral szemben támasztott minőségi és mennyiségi követelmények. Egyre fontosabb szerepet játszott a környezetvédelmi és műszaki követelmények növekedése, valamint az ellenőrzés hatékonyságának javulása, amelyek korlátozták az üzemek számának növekedését.

2002-ben a működő galvánüzemek (beleértve az alumínium elektrolitikus oxidációját és a festéshez előkezelő műhelyeket) száma kb. 300 és ezek közül kb. 40-70, amely 30 m³-nél nagyobb elektrolittérfogattal rendelkezik.

A leválasztott fémmennyiség növekedett. A horganyzási technológia megtartotta vezető szerepét. A technológia viszonylagos egyszerűsége miatt a legelterjedtebben az enyhén savas elektrolitokat alkalmazzák.

A leválasztott horganybevonatokból kb. 70 %-a kék, 25 % sárga, 5 % oliv és fekete kromatozással készül. Az autóipar speciális igényeinek kielégítésére számos helyen króm(VI)-mentes passziváló eljárást vezettek be, további utókezeléssel kombinálva.

A magyarországi autógyártás volumenének gyors növekedése pozitív hatással van a potenciális alkatrész-beszállítók technológiájának fejlődésére. Ennek következtében várható a lúgos horganyzási technológia, a horganyötvözetek galvanizálásának és a környezetbarát utókezelési eljárások elterjedtségének a növekedése is.

Cianidos rezező elektrolitot csak ott használnak, ahol az alapfém elengedhetetlenül megköveteli. Vasfémek dekoratív galvanizálásához a direktnikkelezést vagy kettősnikkelezést alkalmazzák.

A réz és az ón felhasználása a nyomtatott huzalozású lemezek gyártásánál számottevő. A környezetvédelmi követelmények szigorodása volt a fő hajtóereje annak, hogy a gyártók nagy része a hagyományos komplextartalmú kémiai rezezés helyett ún. direktgalvanizálási technológiát használ a lemezek furatainak átgalvanizálásához.

A nyomtatott huzalozású lemezek speciális adottságai miatt a nedves felületkezeléseknél széleskörűen elterjedt a modulokból felépülő, horizontális, konvejos berendezések alkalmazása. Ez a korszerű berendezés konstrukció lehetővé teszi a technológiai oldattérfogatok nagymértékű csökkentését, a takarékoságot az öblítővíz felhasználásban (többlépcsős kaszkád szóróöblítés), a kihordás minimalizálásával pedig a vegyszer takarékoságot illetve a szennyvízkezelés tehermentesítését.

A gyártók megkezdték a technológiai felkészülést az ólommentes gyártás követelményének a teljesítésére. Végző forrasztható bevonatként egyre inkább növekszik a kémiai nikkelen arany illetve a kémiai ónbevonat iránti igény.

A nyomtatott huzalozású lemezgyártó kapacitás növekedése ill. a meglévő kapacitások jobb kihasználása következtében nőtt a réz és az ón felhasználása.

A reze és az ónt is kénsavas elektrolitból választják le, a metán-szulfonsavas ónfürdőt csak speciális feladatokra alkalmazzák a félvezetőgyártásban.

Az elektronikai és elektrotechnikai ipar gyártmány szerkezetének változása következtében nagymértékben csökkent az ezüst és az arany leválasztása.

Az ezüst leválasztása cianidos fürdőből történik, az arany galvanizálásához az alkalmazási céltól függően számos különböző elektrolit típus van használatban.

A kémiai rezezés az új környezetbarát direktgalvanizálási technológiák miatt veszített a jelentőségéből.

Az alumínium anódos oxidálását kb. 40 üzemben végzik. Számos nagyobb üzemben az anódos oxidálás a termékgyártás folyamatába szorosan illeszkedő technológia. A bevonat színe-zése szerves és szervetlen színezőanyagokkal történik. A kb. 1,8 millió m² anódosan oxidált felület kb. 40 %-a az építőiparban, 20 %-a a járműgyártásban, 10%-a a bútorigarban, 10 %-a az elektronikai és elektrotechnikai alkatrészgyártásban kerül felhasználásra.

Az 1990-es években számos új galvánüzem épült a legmodernebb technológiák és berendezések alkalmazásával. Az új üzemek teljes mértékben kielégítik a környezetvédelmi követelményeket. A felületkezelő ipar legfontosabb problémája környezetvédelmi szempontból, hogy az üzemek általában csővégi technikával oldják meg a hulladékok kezelését (azaz nem kevesebb hulladék keletkezésére törekednek, hanem a képződött hulladékot próbálják meg ártalmatlanítani).

A szektor számos veszélyes (vegyi) anyagot és jelentős mennyiségű vizet használ fel, kibocsátása elsősorban szennyvíz, de említésre méltó a keletkező veszélyes hulladékok mennyisége és a légszennyezés is. Zajkibocsátása általában nem jelentős. Az oldatok fűtésére, az egyenirányítók üzemelésére, a ventilátorok és szivattyúk meghajtására nem elhanyagolható mennyiségű energia szükséges. A vegyi anyagok és a veszélyes hulladékok szállításakor a rendkívüli események veszélyére kell figyelemmel lenni.

1.7 A galvánipar helyzete

A galvanizálás során kémiai és elektrokémiai úton fémbevonatokat állítanak elő fémtárgyakon vagy nemfémes anyagok felületén. Ezek a bevonatok a munkadarab felületét tetszetőssé, díszítő hatásúvá, megfelelő rétegvastagság és rétegfelépítés esetén pedig kémiai és korróziós hatásokkal szemben ellenállóvá illetve különleges műszaki követelmények (pl. felületi keménység, kopásállóság, tükrözés, elektromágneses tulajdonságok stb.) kielégítésére teszik alkalmassá.

A fémek és egyéb anyagok felületének bevonása fémekkel fontos technológia a gépiparban, a finommechanikai, az elektrotechnikai, valamint az elektronikai iparban.

A galvántechnikai ipar helyzetét Magyarországon mindig a gépipari ágazat határozta meg.

A nagy gépipari és elektrotechnikai vállalatok a hetvenes években hozták létre az iparág jellegét meghatározó galvanizálási kapacitásait. A nagyberendezések 90 %-át kereskedelempolitikai okokból a Galvanotechnik Leipzig cég szállította. Ennek ellenére minőségi okokból már ekkor lehetőség nyílt modern galvanizálási technológiák, alapvegyszerek és adalékok vásárlására nyugat-európai forrásokból is. Ebben az időben a vezető galvanotechnikai cégek sorra alapították meg képviselőiket Magyarországon és nemcsak modern technológiákat, hanem szakszerű szervizt is biztosítottak. A vállalatok általában a termelés folyamatosságának biztosítására törekedtek és a kapacitás kihasználás, valamint egyéb gazdaságossági kérdések a háttérbe szorultak.

A környezetvédelmet csaknem kizárólag a kibocsátott szennyvíz minőségére vonatkozó rendeletek jelentették, amelyek betartására nem mindig ösztönöztek az érvényes jogszabályok.

A rendszerváltást követő időszakban a gépipari ágazatban tapasztalt termelési volumen csökkenés a galvánipar által felhasznált anyagok illetve a leválasztott fémmennyiségek csökkenésével is nyomon követhető.

A gépipari ágazat termelésének csökkenése a 90-es évek elején nagymértékben az általános gazdasági recesszió következménye volt. A gépipar termék és tulajdonosi szerkezetének megváltozása kezdetben szintén hátrányosan hatott a termelési volumen alakulására.

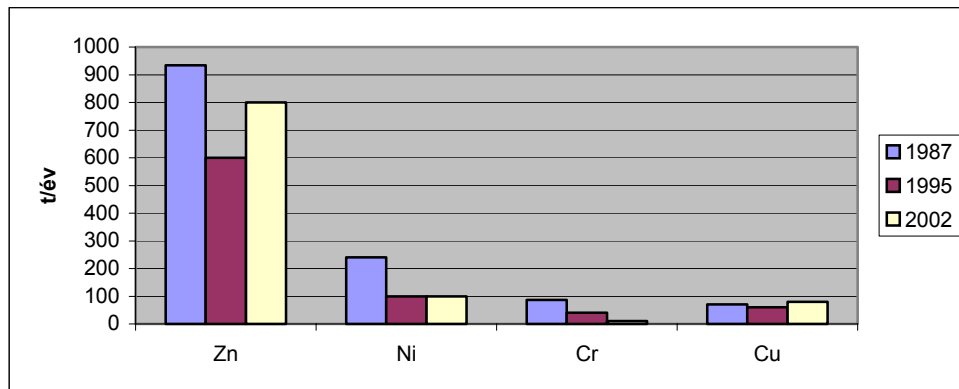
A privatizációs folyamat során számos addig meghatározó ipari nagyvállalat sok kisebb önálló gazdasági egységre bomlott fel.

Sok esetben a teljes gyártástechnológia részét képező galvanizálási tevékenység önálló gazdasági egységgé szerveződött. Számos kis üzem, önálló vállalkozás jött létre, amelyek csak egy-két technológia alkalmazására specializálódtak.

1995-ben kb. 350-400 vállalkozás foglalkozott galvanizálással. A leválasztott fém mennyisége csak kb. az 1985 évi felhasználás 60%-át érte el és még ma sem közelíti meg az 1985. évit, amint az az alábbi táblázatból látható.

	1987	1995	2002
Zn	934	600	800
Ni	240	100	100
Cr	87	40	10
Cu	70	60	80
Cd	1,2	0	0
Sn, Sn-Pb	9	5	12
Au, Ag, Pd	4,3	1	1
Összesen	1345,5	806	1003

1. táblázat: A leválasztott fém mennyisége Magyarországon (t/év)



1. ábra A leválasztott fémmennyiség, (tonna/év)

Műhelyek száma (2002)	300 körül
A 30 m ³ elektrolit térfogattal rendelkezők száma	40 - 70 körül
ISO 9001 tanúsítással rendelkezők	30 – 40
ISO 14001 tanúsítással rendelkezők	20 – 30

2. táblázat: Galvanizáló üzemek Magyarországon

2. A felületkezelésről

A fémbevonás célja a fém vagy a műanyag tárgy tulajdonságainak, elsősorban felületi tulajdonságainak megváltoztatása. A felhasználás céljainak megfelelően javítani lehet:

- a korrózióval szembeni ellenálló képességet
- a kopásállóságot
- az alkatrészek küllemét
- az elektromos vezetőképességet
- a fényvisszaverő képességet
- a forraszthatóságot
- a kémiai ellenálló képességet
- a felületi keménységet
- egy következő réteg, mint pl. gumi-, vagy festékréteg tapadását, stb.

A fémbevonatok előállítói számos különböző anyagot és eljárást alkalmaznak annak érdekében, hogy a fémes és nemfémes tárgyak felületét bevonattal lássák el a kívánt felületi tulajdonságok biztosítása érdekében. A felületkezelő üzemekben **galvanikus fémleválasztást, külső áramforrás nélküli fémleválasztást**, valamint **konverziós rétegek** készítését végzik.

A fémek felületi kikészítése az eljárások széles választékát öleli fel, amelyeket sokfelé alkalmaznak valamennyi iparágban, amely fém alkatrészeket gyárt. A felületi kikészítésre általában akkor kerül sor, amikor a fém alkatrész már elnyerte a végső formáját. Ez az anyag a galvanizálással és a kapcsolódó felületkezelő eljárásokkal foglalkozik. Ezen kívül a fémek felületkezeléséről szó van a festés, a porlakkozás, a zománcozás, a tűzihorganyzás és egyéb eljárások esetében is.

A felületkezelés során egymást követően több műveletet végeznek. A kezelést vizes oldatokba merítve végzik. Minden kezelés után a munkadarabokat le kell öblíteni a rájuk tapadó ke-

zelőoldat maradványoktól, nehogy azzal elszennyezzék a következő kezelőoldatot. Nagyobb berendezések esetében a kezelőoldatokat és az öblítővizet tartalmazó kádakat ún. galvánsorba, egymás mellé telepítik. A munkadarabokat ilyenkor általában daruval emelik át az egyik kádból a másikba. Az átemelés lehet kézi vagy automatikus vezérlésű.

2.1 Felületelőkezelés

A kezelésre kerülő munkadarabok felülete a gyakorlatban különféle szennyeződések tartalmaz, elsősorban a fém oxidjait, valamint zsirokat és olajokat, amelyek többnyire a fém megmunkálásból származnak, esetleg egyéb szerves anyagokat, pl. a műanyagok megmunkálásából. A felületkezelési eljárásokkal leválasztandó bevonatok **csak tiszta fémre tapadnak** megfelelően, ezért a bevonás előtt a felületet gondosan meg kell tisztítani.

A felületelőkezelés a **zsírtalanítással** kezdődik, amelyet általában vizes oldatokban végeznek. Az oldat tartalmaz alapsókat (builder), mint foszfátok, karbonátok, esetleg szilikátok, és felületaktív anyagokat (detergenseket). Régebben forró, ma általában 40 – 60 °C-os oldatban végzik. Fémleválasztás előtt (klórozott) oldószeres zsírtalanítást a légszennyezés elkerülése érdekében ma már nem alkalmaznak.

Pácolással távolítják el a felületről az oxidokat. A savas oldatban az oxidok mellett az alapfém is oldódhat, amelyet inhibitorral lehet megakadályozni. A galvániparban a sósavas (15 – 20 % os) pácolás terjedt el, ami szobahőmérsékleten végezhető. Egyes esetekben meleg, hígított kénsavban végzett pácolást is alkalmaznak. Az alumíniumot lúgos oldatban pácolják.

A fémek leválasztásához általában az előző két tisztítási művelet után további tisztítást is kell végezni. **Elektrolitikus** (anódos és/vagy katódos) **zsírtalanítással** a zsíros anyagok nyomai is eltávolíthatók a felületről. Az előzőekben említett zsírtalanításhoz hasonló körülmények között végzik, viszonylag nagy, 2 – 10 A/dm² áramsűrűséggel.

Az ún. fémtiszta felület végül híg savba merítéssel, azaz **dekapírozással** érhető el, amikor a felületen maradó lúgnyomokat és oxidnyomokat távolítják el.

A konverziós rétegek előállításához előtte nem minden esetben szükséges az összes említett kezelési lépés elvégzése. Ezeket gyakran a frissen leválasztott fémbevonaton alakítják ki, amely után többnyire csak híg savban kell áthúzni a munkadarabokat.

Az itt felsorolt kezelőoldatok általában használat során kimerülnek, ekkor a szennyvízkezelőbe engedik, és friss oldatot készítenek.

2.2 Galvanizálás

A galvanizálás folyamán egyenáramot vezetünk keresztül az oldaton, amely a leválasztandó fém ionjait, az oldat vezetőképességét növelő sókat és a megfelelő leválasztást elősegítő adalékokat tartalmazza. A bevonandó fémtárgyat az egyenirányító negatív pólusához kötik (katód), míg a pozitív pólushoz leggyakrabban a leválasztandó fémből készült lemezt (anód), amely a galvanizálás során folyamatosan oldódik és így az oldatban a fémion-koncentráció kedvező esetben állandó marad. Egyes esetekben nem oldódó (inert) anódokat használnak, ekkor a leválasztandó fém ionjait szilárd só vagy tömény oldat formájában kell az oldatba adagolni, esetleg külön kádban a fémet be kell oldani.

A fém- és műanyagtárgyak számos különböző fémmel vonhatók be, például horgannyal (cinkkel), rézzel, nikkellel, krómmal, ónnal, kadmiummal, arannyal, ezüsttel, sárgarézszel, bronzszel és számos egyéb ötvözzel. Esetenként egymást követően több fémréteget is kialakítanak a felületen.

A fémleválasztás az áramerősséggel (a feszültséggel), a hőmérséklettel, a leválasztás idejével és az oldat összetételével, stb. szabályozható. A galvanizálás több lépésből álló, szakaszos művelet, amely során a bevonandó fémtárgyat egymás után több, különböző összetételű oldatba merítjük. A munkadarabokat lehet egyenként függeszteni a galván szerszámokra, amelyek hordozzák azokat fürdőről fürdőre. Más megoldásként a (kisebb) munkadarabokat ömlesztve galván dobba helyezik, amelyek az egyes fürdőkbe merülve forognak.

Egy adott eljárás munkalépései függesztve vagy dobban végzett galvanizálás esetén azonosak. Egy tipikus galvanizálási eljárás a tisztítás, az öblítés, a fémleválasztás, és az esetleges utókezelések különböző fázisait foglalja magában. A „kémiai eljárás” során hasonló lépésekre kerül sor, de a fémleválasztást a fém vagy műanyag felületére külső áramforrás igénybevétele nélkül végzik.

Fém	Fürdőtípus	pH	hőmérséklet °C	fémion-koncentráció g/l
króm	savas	< 1	30-65	125-350 (CrO ₃)
réz	savas	< 1	20-35	45-65
	lúgos cianidos	> 9	60-75	50-60
nikkel	savas	3,5-5,5	30-60	55-80
horgany	savas	4-5,8	15-35	25-60
	lúgos cianid-mentes	>12	18-40	6-15
	lúgos cianidos	>12	18-40	7-35
arany	enyhén savas *	3,5-5,0	15-40	2-12
	lúgos cianidos	> 8	20-60	8-20
ezüst	lúgos cianidos	> 11	18-25	10-40
ón	savas	< 1	10-30	15-30

3. táblázat : A leggyakrabban alkalmazott galvánfürdők üzemeltetési paraméterei

* Az arany elektrolit enyhén savas, szabad cianid-mentes, kálium-arany-cianid komplex tartalmú

A galvánoldatok élettartama gyakorlatilag korlátlan, azokat nem kell a szennyvízkezelőbe engedni, csupán fel kell javítani és a szennyezőanyagokat kell eltávolítani belőlük.

2.3 Kémiai fémleválasztás és cementálás

Az áram nélküli, vagy másképpen **kémiai fémleválasztás** során a munkadarab felületére kémiai reakció útján és nem külső áramforrás segítségével választunk le fémbevonatot. Egy áram nélküli bevonáshoz használt oldat általában a leválasztandó fém sóját, redukálószer, komplexképzőt, különböző pufferanyagokat és más olyan adalékokat tartalmaz, amelyek biztosítják a fürdő hosszú élettartamát és stabilitását. A kémiai rezező és nikkelező eljárásokat széleskörűen alkalmazzák, a rezezést elsősorban a nyomtatott huzalozású lemezek gyártásánál.

Cementáláskor a redukcióhoz szükséges elektronokat nem egy redukálószerből, hanem magának a bevonandó fémnek az oldódásával nyerjük. Ezzel a kémiai helyettesítési módszerrel általában vékony horgany, ón és ezüst bevonatok állíthatók elő. A cementáláshoz alkalmazott oldatok általában fémsókat és komplexképzőt (pl. laktátokat, glukonátokat vagy maleinátokat) tartalmaznak.

Az itt felsorolt kezelőoldatok használat során kimerülnek, ekkor a szennyvízkezelőbe engedik és friss oldatot készítenek.

2.4 Utókezelések

A fémleválasztás után egyes tulajdonságok további javítása érdekében a felületet gyakran további kezelésnek vetik alá. Bizonyos esetekben nem is galvanizálnak, hanem ezeket a kezeléseket magán az alapfémen végzik el.

A kémiai (és néha elektrokémiai) **konverziós** kezelési eljárások során a fémtárgy felületén korrózióvédő, esetleg egyéb műszaki célt szolgáló (pl. tapadást vagy éppen a csúszást elősegítő) és/vagy dekoratív bevonat képződik, amelyben részt vesznek magából az alapfémből képződő ionok is. Konverziós eljárás a foszfátózás, kromátózás és ennek újabb, króm(VI)vegyületeket nem tartalmazó változatai, továbbá a passziválás, a fémszínezés.

A foszfátózás előkészíti a felületet a további kezelésekhöz, de kisebb korrózióvédő hatása is lehet. Foszfátózás használható egy későbbi festékréteg tapadásának elősegítésére. Kromátózás során hatértékű krómvegyületek oldatában a fém felületén korrózióvédő és/vagy tapadást elősegítő kromátbevonat képződik. A háromértékű krómvegyületekkel végzett, hasonló célú bevonatképzést is esetenként kromátózásnak nevezik, holott inkább kromitózásról vagy passziválásról van szó. A fémszínezés kémiai kezelés, amely a fémtárgy dekoratív kikészítésére szolgál.

Lakkozással jelentősen növelhető a tárgy korrózióállósága. Általában konverziós bevonás után, vizes lakkba merítéssel végzik, de közvetlenül fémekre is felvihető.

Az **anódos oxidálás** tulajdonképpen nem nevezhető utókezelésnek, de itt is maga a fém felülete lép reakcióba és részvételével képződik egy bevonat. Elsősorban alumíniumtárgyak esetében alkalmazzák, korrózióvédelmi vagy esztétikai célból, esetleg festés előtt, a tapadás elősegítése érdekében. A galvanizáláshoz hasonlóan szerszámokra függesztik a munkadarabokat és savas, esetleg fémsókat is tartalmazó oldatba merítik. Ismeretes egyenáramú oxidáció (amikor a munkadarabokat anódként kötik) és váltóáramú eljárás is. Mindkét esetben alumíniumlemez, esetleg titánlemez a másik elektród. A folyamat általában hidegen, gyakran hűtött oldatban valósítható meg. Az eljárás során a tárgy felületén jellegzetes, pórusos fém-oxid képződik. Közvetlenül az oxidáció során, vagy vizes oldatban, utókezeléssel szinte tetszőleges színű bevonat nyerhető. A pórusos bevonat forró vizes „tömítésével” igen jó korrózióállóság érhető el. Porfestés előtti rétegtömpítéskor a tömítés nem szükséges.

Az itt felsorolt kezelőoldatok általában használat során kimerülnek, ekkor a szennyvízkezelőbe engedik, és friss oldatot készítenek.

A teljes felületkezelés befejezésével a munkadarabokat meg kell **szárítani**, hogy a felületen maradó víz ne okozza a tárgy korrózióját. A szárítást végezhetik a sorban helyet foglaló fűtött kádban, vagy külön fűtött szekrényben. A levegő áramoltatása (ventillátorral) gyorsítja a száradást. Levegő- célszerűen meleg levegő- ráfűtésével is megszáráthatók a munkadarabok. Tömegáru szárítását centrifugákban végzik, esetenként fűtéssel, meleg levegő befűtésével.

2.5 Öblítés

Az egyes technológiai műveletekből kiemelt munkadarabok felületén – a leggondosabb lecsepegtetés esetén is – jelentős mennyiségű kezelőoldat marad. A következő műveleti kádba merítve ez elszennyezné annak oldatát, ezért a két művelet között a munkadarabokat vízzel le kell öblíteni. Vízzel telt kádba merítve a munkadarabokat, az öblítővíz gyorsan elszennyeződik és a szennyezett oldatban nem lehet jól öblíteni. Ennek elkerülése érdekében az öblítőkádba folyamatosan vizet vezetnek és a felesleges oldatot elvezetik. Ily módon – elegendő friss víz bevezetése esetén – az öblítőkádban a szennyezőanyagok koncentrációja megfelelő mértékben alacsonyan tartható és az öblítés kellően hatékony lesz. Korszerű üzemekben egymást követően két vagy több öblítőkádba merítik a munkadarabokat és ezáltal jelentős

mennyiségű vizet tudnak megtakarítani (lásd 3.5 fejezet). Alkalmazznak ún. takaréköblítőket is (állóvízes öblítő), amikor a vízbevezetés nélkül a kihordással fokozatosan elszennyeződő oldatból alkalmanként visszaöntenek az előző műveleti fürdőbe, annak párolgási vesztesége pótlására. Ily módon a fürdőből kihordott oldat egy részét vissza lehet juttatni a műveleti kádba.

Az öblítésre általában megfelelő a hálózati víz, de egyes esetekben ionmentes (ioncserélt, vagy fordított ozmózással sómentesített, azaz RO-víz) használnak. A felületkezelés utolsó lépéseként, a szárítás előtt mindenképpen célszerű ionmentes vizet használni, mert a hálózati víz sótartalma foltokban rászárad a felületre és ez a bevonat küllemét károsan befolyásolja, esetleg korrózióállósága is romlik.

Az öblítővizek tartalmazzák mindazokat az anyagokat – hígított formában – amelyeket a felületkezelésre az üzemben használnak. Kibocsátásuk vagy újra felhasználásuk előtt ezektől meg kell tisztítani.

2.6 Szennyvízkezelés

A felületkezelő iparban a szennyvízkezelés **hagyományos módszere** a semlegesítés. A keletkező öblítővizeket és elhasznált tömény oldatokat (koncentrátumokat) összegyűjtik. Ezek részben semlegesítik egymást. A semleges, enyhén lúgos oldatban a káros nehézfémionok nem oldódnak, fém-hidroxidként csapadékot képeznek, amely kiülepedik az oldatból és az oldat tisztáját a csatornába vezetik, míg a csapadékot veszélyes hulladékként kell kezelni. Két olyan vegyszert használnak esetenként a galvánipar, amit nem lehet így kezelni, a **kromátionokat** és a **cianidionokat**. Mindkettőt külön kell gyűjteni, kezelni, a kromátokat általában nátrium-biszulfit- vagy nátrium-ditionit-oldattal redukálják, a cianidokat hipóval, illetve hidrogén-peroxiddal oxidálják és csak ilyen előkezelés után lehet ezen vizeket összekeverni a többi szennyvízzel.

A semlegesítést lehet szakaszos üzemmódban végezni, amikor egy tartályban vagy medencében adagolják a semlegesítő vegyszert és az ülepedést gyorsító flokkulálószerrel a szennyvízhez, majd hagyják ülepedni. A tisztáját elengedik, az iszap víztartalmát (95 – 99 % !) szűrőprezen vagy szűrőzsákban csökkentik kb. 70 ill. 90 %-ra. A folyamatos üzemi reaktorba vezetett szennyvizek semlegesítését pH-mérő vezérli, majd flokkulálószer adagolás után ún. ferdelemezes ülepitőben válik el a két fázis. A csapadékképződés – fémion eltávolítás – mértéke függ a semlegesített oldat pH-jától, az alkalmazott semlegesítő vegyszertől, stb. Ezért kevert ipari szennyvíz esetén az alkalmazott semlegesítési eljárást egyedileg kell megállapítani.

A hagyományos szennyvízkezelési módszereket számos **kiegészítő eljárással** lehet hatékonyabbá tenni. Ilyenek az öblítővizek ioncserés (esetleg fordított ozmózással végzett) tisztítása és visszavezetése a felületkezeléshez, az ülepités után kavicszűrő alkalmazása az esetleges lebegő csapadékszemcsék eltávolítására, a semlegesítés után még oldatban maradó nehézfémionok eltávolítása ún. szelektív ioncserével, a galvániszap szárítása akár 90 % feletti szárazanyag tartalomig. Jelentősen javíthatja az előírt értékek betartásának biztonságát a szennyvízkezelő különböző mértékű automatizálása és olyan monitoring beépítése, amely nem csak észleli és feljegyzi a működési és kibocsátási paramétereket, hanem szükség esetén be is avatkozik azok megváltoztatása érdekében, végső esetben leállítva a szennyvíz kibocsátását.

A **modern módszerek** két elven alapulnak. Egyrészt olyan felületkezelő oldatokat alkalmaznak, amelyek nem tartalmaznak súlyosan mérgező anyagot (pl. cianidiont vagy kromátiont). A másik lehetőség, hogy a keletkező hulladékokat visszavezetik a termelésbe. Így például az öblítővizekből visszanyerhetők a fémionok tömény oldat alakban, vagy pedig anódként felhasználható formájában. Az elmúlt évtizedben számos megoldást dolgoztak ki az öblítővizek-

ből a fém kinyerésére az ioncserétől a bepárláson, a cementáláson, a dialízisen, a fordított ozmózisra, keresztül az elektrolízisig.

3. A BAT meghatározásához tekintetbe vehető eljárások

Ez a fejezet azokat az eljárásokat sorolja fel, amelyekkel általában megvalósítható a környezetvédelem magas szintjének elérése az iparban, e dokumentum hatókörén belül.

Figyelembe veendő a megelőzési, ellenőrzési, minimalizálási és újrahasznosítási eljárások, valamint az anyagok és az energia újra hasznosítása.

Az eljárások megvalósíthatók önállóan vagy kombinálva, az IPPC céljainak elérése érdekében. Amennyire lehetséges volt, szabványos szerkezet került alkalmazásra minden eljárás ismertetésekor, az eljárások összehasonlítása, valamint az előírásban megadott BAT definíció alapján történő objektív értékelés érdekében.

E fejezet tartalma nem az eljárások részletes listája, egyéb eljárások is létezhetnek vagy kifejlesztésre kerülhetnek, amelyek ugyancsak érvényesek lehetnek a BAT keretein belül.

Az egyes eljárások ismertetése általában a 4. táblázat szerinti szabványos szerkezetű:

Tekintetbe vett információ típusa	Felhasznált információ típusa
Leírás	Az eljárás műszaki ismertetése
Elért környezeti előnyök	Az eljárás (folyamat vagy megszűnés) fő környezeti hatása(i), beleértve a bekövetkezett kibocsátási értékeket és hatékonyság változásokat. Az eljárás környezeti előnyeinek összehasonlítása egyéb eljárásokéval.
Ellenhatások	Az eljárás megvalósítása miatt bekövetkező bármilyen mellékhatás vagy veszteség. Az eljárás környezeti problémáira vonatkozó részletek összehasonlítása az egyéb eljárásokéival.
Üzemeltetési adatok	Üzemeltetési adatok a kibocsátásra/hulladékokra és a felhasználásra (nyersanyagok, víz és energia) vonatkozóan. Bármilyen más, hasznos információ az eljárás üzemeltetéséről, karbantartásáról és ellenőrzéséről, beleértve a biztonsági kérdéseket, az eljárás üzemeltethetőségi korlátjait, termék minőséget, stb.
Alkalmazhatóság	Az eljárás alkalmazásával vagy megszüntetésével kapcsolatos tényezők figyelembe vétele (pl. rendelkezésre álló hely, folyamatjellemzők).
Gazdasági szempontok	Költségekre (beruházás és üzemeltetés), és bármilyen lehetséges megtakarításra vonatkozó adatok (pl. nyersanyag felhasználás csökkentése, hulladék költségek), a berendezés kapacitására vonatkozóan is.
Megvalósítást ösztönző tényezők	Az eljárás megvalósításának céljai (pl. egyéb előírások, termék minőség javítás).

4. táblázat: Az e fejezetben közölt eljárásokra vonatkozó információk csoportosítása

Az e területen az IPPC megvalósításának kulcskérdései:

- hatékony gazdálkodási rendszerek,
- hatékony nyersanyag, energia és víz felhasználás,
- a vegyszerek optimalizált felhasználása az eljárásban és a közvetlenül kapcsolódó tevékenységek során,
- helyettesítés kevésbé káros anyagokkal,
- hulladékok minimalizálása, visszanyerése és újrahasznosítása,
- környezeti balesetek megelőzése és következményeik minimalizálása.

Az egyes részek a fentiek közül egynél több témára is vonatkozhatnak. A jó - mind termelési, mind pedig környezeti gazdálkodási - rendszerek alapvető fontosságúak az integrált szennyezés megelőzés és szabályozás teljes-körű megvalósításában, a fémek és műanyagok felületkezelése területén. A gazdálkodási rendszerek optimális hatása elérésének lényeges kérdései:

- konstruktív önkritika,
- a megvalósított termelési és környezeti rendszerek tökéletesen egészítsék ki egymást,
- az energia és a víz-, valamint a nyersanyag felhasználás ellenőrzése,
- olyan berendezések tervezése és üzemeltetése, ami megszünteti a havária hatásait, mind a krónikust, mind az akutot.

3.1 Berendezés tervezés, kivitelezés és üzemeltetés

3.1.1 Szennyeződés megelőzése véletlen kifolyás/kiszóródás esetén – tervező, rajzoló, kivitelezési és egyéb rendszerek

Leírás A felületkezelés során környezeti balesetek, véletlen kifolyás/kiszóródás következhet be. Egy tervezett, átfogó megközelítés csökkentheti ezt.

Szabályozók és/vagy bevált gyakorlati módszerek alkalmazhatók a környezetszennyezés megelőzésére. Ezek minimalizálják a véletlen elfolyások - akár tartósak, akár rövid idejűek – hatását, az anyagokra, a szabadba került vegyszer mennyiségekre és azok hatására vonatkozóan. Ezek a technikák a kritikus környezetszennyezés kezelését könnyebbé tehetik, továbbá megkönnyítik a következő tevékenységeket is, környezeti szempontból biztonságosabbá és költséghatékonyabbá téve azokat:

- rutin és egyedi karbantartás, beleértve az oldatok karbantartását is,
- nyersanyagok és munkadarabok szállítása és tárolása,
- folyamatszabályozás és környezeti monitorozás.

Felületkezelési tevékenységek esetében a műveleti oldatokat általában nyitott kádakban tárolják, melyeket csővezetékek kötnek össze. A vegyszerek tárolásához hasonlóan sokszor azonos technika kerülhet alkalmazásra, mint pl. padlózáccák.

Az utalásokban említett környezetszennyezés megelőzésének néhány kulcs tényezője:

- a veszélyek és a közlekedési útvonalak kijelölése,
- a lehetséges veszélyek egyszerű besorolása,
- a környezetszennyezés megelőzésére irányuló tevékenységek megvalósítása három lépésben:
 - o elsődleges (szerkezeti)
 - . megfelelő üzem méretek
 - . szigetelő anyagok kiválasztása, pl. a padlózáccához, a leválasztott, zárt térben elhelyezett területekhez

- . a műveleti sor és a komponensek stabilitása (beleértve az ideiglenesen és a ritkán használt berendezéseket is)
- o másodlagos
 - . duplafalú kádak az anyagokból származó veszély miatt, vagy a műveleti sor veszélyes területeinek vagy az egész berendezés padlótálcába helyezése
 - a kádak méretének és szilárdságának helyes megadása (ld. a stabilitást is, az elsődleges szempontok között, fent)
 - . a veszélyes felületek (padlózatok) vegyszerálló szigeteléssel ellátása a teljes szigetelésen belül
 - . szivárgást detektáló rendszerek
- o harmadlagos
 - . vizsgálatok, külső szakértők és belső szakemberek segítségével, beleértve a rendszeres karbantartást, a vészhelyzet terveket a bekövetkező balesetekhez
 - . vizsgálati programok.

Elért környezeti előnyök A berendezés működéséből származó véletlen, tartós vagy rövid idejű elfolyások (az élővizekbe valamint közcsatornákba) minimalizálása.

Talajvíz és talaj szennyezés minimalizálása.

Ellenhatások Nincsenek káros következmények: segíti a felszíni vízrendszerek, a talajvíz és a talaj védelmét.

Üzemeltetési adatok Az üzemeltetési gyakorlatot hasznosító gondos tervezés könnyebbé, olcsóbbá és a környezetet tekintve biztonságosabbá teheti a rutinüzemeltetést, a karbantartást és a monitorozást.

A padlótálcában álló szimplafalú kádak a duplafalúakkal azonos biztonságúak; és bármilyen szivárgás könnyebben és gyorsabban megtalálható, mint a duplafalú kádak esetében.

A padlótálcák és azok kapacitására vonatkozóan: tervezett funkciójának teljesítése érdekében a padlótálcában fel lehessen fogni a várhatóan elfolyó vagy elszivárgó folyadék mennyiségét, pl. a padlótálca térfogat általában a körbezárt területen lévő legnagyobb kád térfogatának 110% -a. A körbezárt (szivárgást felfogó) terület lehet pl. szigetelt padlózatú, ami a műveleti kádak alatt álló nagy tartály irányába lejt, vagy pedig vegyszerálló bevonattal ellátott padlózatú (benne megemelt falak, elfolyó csatornák vagy a csatorna irányában lejtős padlózat). A tisztítás vagy karbantartás során a padlótálcán összegyűlt oldatot be lehet engedni (vagy ki lehet szivattyúzni) a megfelelő szennyvíz csatornába, de biztosítani kell az üzemi ellenőrzést bármilyen elfolyásra vonatkozóan, a beengedést felügyelet mellett kell végezni.

Alkalmazhatóság Ezek az intézkedések minden berendezéshez alkalmazhatóak; azonban legkedvezőbben már a tervezés során valósíthatók meg.

Gazdasági szempontok Ezek a beruházási költségek elengedhetetlen részei.

Olajfelfogó tálcák

Leírás A hidraulikus rendszerből származó olajszivárgás egy speciális szennyezés megelőzési probléma, olajfelfogó tálcák alkalmazásával megoldva.

Elért környezeti előnyök Minimalizálja az olaj lehetséges elfolyását a talajba, a felszíni vizekbe és a talajvízbe.

Üzemeltetési adatok

A tálcákat a karbantartási program keretében kell ellenőrizni, és kiüríteni.

Az összegyűlő jelentős és/vagy ismétlődő olaj mennyiség a hidraulikus rendszer karbantartási problémáit jelzi.

Alkalmazhatóság A jelentős hidraulikai rendszerekkel rendelkező új és meglévő berendezéseknél.

Megvalósítást ösztönző tényezők Hatékony, tiszta és biztonságosabb munka környezet (megelőzi a dolgozó elcsúszását).

3.1.2 Vegyszerek tárolása

Leírás Kulcsfontosságú témák:

- hidrogén-cianid gáz keletkezésének megelőzése, a savak és a cianidok elkülönített tárolásával,
- tűzveszély csökkentése, a tűzveszélyes anyagok és az oxidálószeres külön tárolásával,
- tűzveszély csökkentése, a nedvesség hatására spontán tűzveszélyes vegyszerek száraz helyen, oxidálószerektől elkülönített tárolásával. Jelölje meg ezeknek a vegyszereknek a tároló helyét, hogy elkerüljék a víz használatát a tűzoltásnál.
- előzze meg a talaj és a környezetben lévő vizek elszennyezését a vegyszerek elfolyása, elszivárgása következtében,
- előzze és akadályozza meg a tároló edények, csővezetékek és szabályozó rendszerek maró vegyszerek és kezelésük során fejlődő gőzeik okozta korrózióját.

Elért környezeti előnyök Balesetek és véletlen elfolyások, elszivárgások csökkenése.

Gazdasági szempontok Elkülönített és/vagy kármentővel ellátott tároló helyek kialakításának költsége.

Megvalósítást ösztönző tényezők Munkavédelmi előírások, környezeti menedzsment rendszer (EMS) és egyéb menedzsmentrendszerek, vízre vonatkozó előírások.

3.1.3 Műveleti sor típusa és felépítése

Leírás A műveleti sor típusa általában különböző tényezők függvénye.

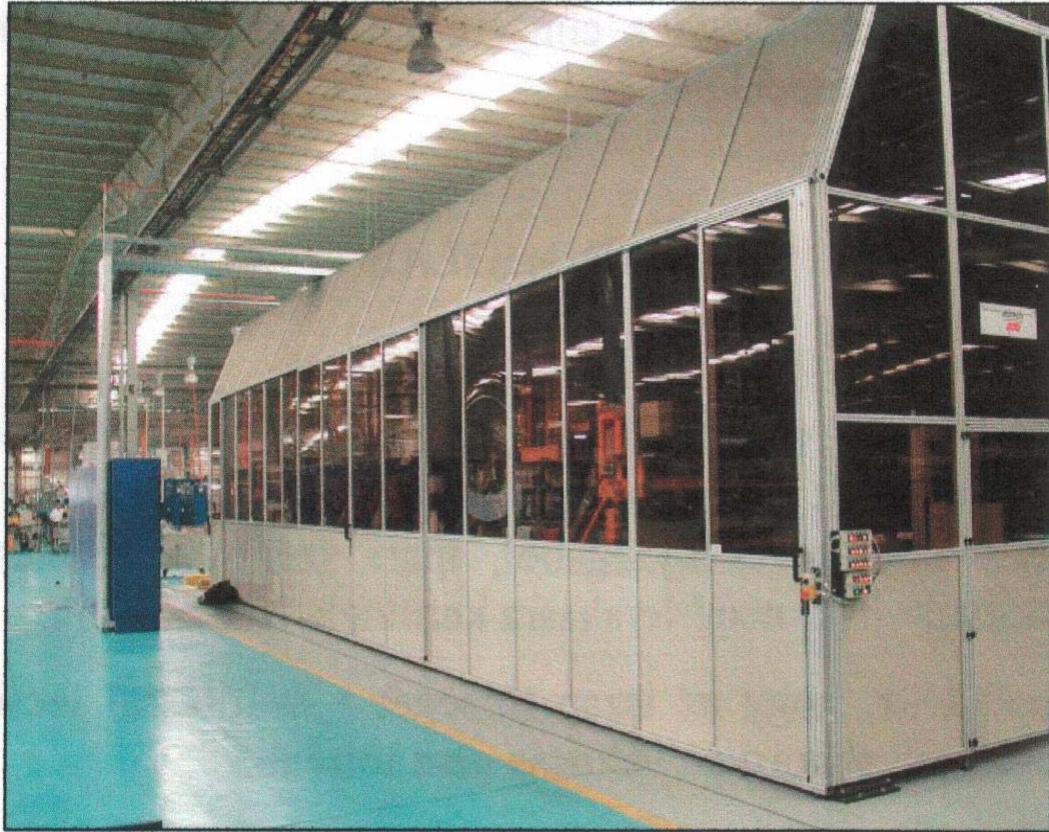
A vízszintes elrendezésű konvektoros technológiai sor alkalmazása nyomtatott huzalozású lapok (nyhl) kémiai felületkezeléséhez ideális. Ezek a sorok általában összekapcsolható modulokat tartalmaznak.

Néhány üzemben lehetőség van elkülönített, zárt felületkezelő sor kialakítására, néha beépül a teljes termelő sorba.

Elért környezeti előnyök A berendezésből nincs levegő emisszió.

A nagyfokú folyamat ellenőrzés csökkenti a vegyszer és víz felhasználást.

Üzemeltetési adatok A kevesebb művelet szám, a munkadarabok precíz, automatikus mozgatása, és a nagy pontosságú galvanizálás következtében csökken a műveleti idő és javul a minőség.



2. ábra: Leválasztott, zárt térben elhelyezett krómozó sor

Alkalmazhatóság Új berendezésekhez és sorokhoz. Leginkább ott alkalmazható, ahol a munkadarabok alakja és mérete nagyon hasonló, pl. lengéscsillapító (autóipar), dugattyúrúd, nyhl, acél és alumínium tekercs, stb.

Gazdasági szempontok Magas beruházási költség.

Megvalósítást ösztönző tényezők

- Kedvezőbb munkahelyi környezet.
- Alacsonyabb munkaerő költség.
- Magas fokú precizitás és minőség.

3.2 Általános üzemeltetési kérdések

3.2.1 Munkadarabok védelme – elő- és utókezelés

Korrózió játszódhat le a fém munkadarabokon a felületkezelést megelőzően, valamint a fémek és műanyagok kezelt felületén, a felületkezelést követően, és a szállítást megelőzően. Korróziót okozhat a védőbevonat rossz tapadása vagy a dekoratív bevonat sérülése, emiatt ezeket a bevonatokat le kell oldani, és a munkadarabokat újra kell kezelni, vagy hulladékként kell elhelyezni. A korrodálódott munkadarabok valószínűleg további műveleteket igényelnek a korrózió eltávolításához, a felületkezelés előtt.

A korróziós termékek eltávolítására szolgáló mechanikai felület előkezelés a köszörülés, csiszolás, polírozás, koptatás, valamint a szemcsesívás és a szemcseszórás. Ezek a műveletek arra szolgálnak, hogy az alapfém anyaga, szerkezete, illetve felületi minősége függvényében,

megfelelő szilárd szemcsékkel - azok csiszoló vagy tömörítő hatását kihasználva - az elektrokémiai felületkezelésre előkészítsek a munkadarabokat. Szemcsefúvás során a szilárd szemcséket egy hordozó közeg (vízsugár, sűrített levegő, stb.) juttatjuk a felületre, míg szemcse-szórás esetében a szemcseszóró berendezés adja át a kinetikai energiát a szemcséknek.

A korrózióvédelem csökkentheti a leoldással és újra kezeléssel járó környezeti hatásokat. A korrózió megjelenésének ideje függ az anyag típusától és a tárolási körülményektől, például az acél munkadarabok nem korrodálódnak 50% alatti páratartalmú levegőn. A nedvesség, a hőmérséklet és a savas közeg az a tényező, ami meghatározza, hogy milyen gyorsan játszódik le a korrózió. A felületkezelésnél az összes tényező jelen van, ezért nagyon fontos a tárolt munkadarabok expozíciójának minimalizálása.

Ugyancsak nagyon fontos a felület védelme a mechanikai károsodás ellen.

3.2.1.1 Tárolási idő lerövidítése

Leírás A műveletek (például a gyártás és a felületkezelés, vagy a felületkezelés és a kiszállítás) közötti tárolási idő megszüntetésével vagy lerövidítésével elkerülhető az igény más korrózióvédő kezelésre. Ez lehet a hivatalos JIT (just in time, „éppen időben”) rendszer, vagy pedig egy jó termelés tervezés része.

Elért környezeti előnyök A leoldás és az újra-megmunkálás elkerülése.

Alkalmazhatóság Leginkább az egy épületen belüli berendezéseknél alkalmazható, ahol a szállítási kapcsolatok rövidek és gyakoriak. Azonban nem alkalmazható ott, ahol a partnerek távol vannak, illetve a gazdaságos szállítási méret miatt tárolás szükséges a megmunkálás előtt, illetve után.

Gazdasági szempontok Az egyetlen előre látható költség a termelési és szállítási idő ütemezése tervezésének és felügyeletének munkaerő költsége. Csökken a tárolás investíciós és folyó költsége, valamint alacsonyabbak lesznek a termelési és újra-megmunkálási költségek is.

3.2.1.2 Tárolási és szállítási feltételek

Leírás Rendszerint a kezelésre váró és a kezelt munkadarabokat sok felületkezelő berendezésnél kialakuló párás, savas levegőtől távol tárolják. A munkahelyi intenzív szellőztetés (ld. a tervezésnél, 3.1 pont) segít, mivel biztosítja, hogy a párás, és gyakran savas, elszívott levegő ne kerüljön érintkezésbe a tárolt, vagy szállításra váró termékkel. A tárolóterek szellőztetése ugyancsak megvalósítható, feltéve, ha csökken a nedvesség, és nem kerül be párás, savas levegő. Pára kondenzál a tárolás, illetve szállítás során lehűlt munkadarabokra, miután meleg, nedves helyre szállították őket. Ezek a problémák elkerülhetők, ha a szállítás során a munkadarabokat melegen, alacsony páratartalmú atmoszférában tartják.

Elért környezeti előnyök A leoldás és az újramegmunkálás csökkenése.

Ellenhatások A nagyobb energia felhasználást a páratlanítás és szellőztetés miatt kompenzálhatják az újramegmunkálás csökkenéséből származó előnyök.

Alkalmazhatóság Az összes helyen. Azonban a konkrét alkalmazási helyzet változhat a helyi klíma (pl. normál nedvesség, napi átlagos hőmérséklet) függvényében.

Gazdasági szempontok A nagyobb energia felhasználást a páratlanítás és szellőztetés miatt kompenzálhatják az újramegmunkálás csökkenéséből származó előnyök. A tárolás elkülönítése helyett esetenként gazdaságosabb jó szellőztetést és páramentesítést alkalmazni.

Megvalósítást ösztönző tényezők Gazdasági és környezeti megtakarítások, a csökkent leoldás és újramegmunkálás következtében.

3.2.1.3 Csomagolás

Leírás A munkadarabok csomagolásához abszorbens vagy korróziógátló anyagú (pl. speciális papír vagy faforgács) eszközök alkalmazhatók. Az ilyen csomagolóanyagok megakadályozzák a korróziót és megvédik a munkadarabot a felületi károsodástól a szállítás során. Gyakran a vevő határozza meg, milyen csomagolóanyagok alkalmazhatók, különösen az értékes munkadarabok esetében, mint pl. a nyomtatott huzalozású lapok és ürtechnikai alkatrészek.

Elért környezeti előnyök A leoldás és az újramegmunkálás csökkenése.

Ellenhatások Megnövekedett nyersanyag felhasználás. Ez kompenzálható újrahasznosítható csomagoló rendszerek kiválasztásával és alkalmazásával.

Alkalmazhatóság Minden alkalmazási területen megfontolható, de a költsége korlátozó tényező lesz az alacsony hozzáadott értékű munkadarabok esetében.

Gazdasági szempontok A nagyobb csomagolóanyag és munkaerő költség az újramegmunkálás csökkenéséből fakadó megtakarításokkal kompenzálható.

Megvalósítást ösztönző tényezők Ld. Gazdasági szempontok, fent. Vevő által támasztott minőségi követelmények.

3.2.1.4 Zsír- és olajalapú korrózióvédő bevonat

Leírás Olaj és/vagy zsír alkalmazható a korrózió elleni védelemre a tárolás során. Hátrányuk, hogy a munkadarabokat a későbbiekben le kell tisztítani. Az olaj vagy zsír típusának kiválasztásakor figyelembe kell venni az elérendő védelem fokát.

Elért környezeti előnyök A leoldás és az újramegmunkálás elkerülése.

Ellenhatások Nagyobb vegyszer, energia és víz felhasználás az olaj és zsír eltávolításához. Több szennyvíz és hulladék.

Üzemeltetési adatok Gyakran használnak zsírokat katonai célokra, amikor a munkadarabokat felhasználás előtt hosszabb ideig tárolják. A hosszú tárolási idő, magasabb hőmérsékleten, nehezíti a tisztítást.

A tiszta ásványi olajok általában könnyebben távolíthatók el. A növényi olajok és zsírok alkalmazása nem környezetbarát, mivel azokat nagyon nehéz eltávolítani, különösen, amikor a terméket a melegebb évszakban tárolják.

Alkalmazhatóság Több alkalmazási területre is megfelelő, és gyakran kapcsolódik a szerzőkopás minimalizálásához a sajtolásnál, stb.

Gazdasági szempontok A környezeti és gazdasági megtakarítások a leoldás, újramegmunkálás és hulladékba dobás elkerüléséből, ami ellensúlyozhatja, sőt meg is haladhatja a korrózióvédelem költségeit.

Megvalósítást ösztönző tényezők Ld. Gazdasági szempontok, fent. A vevő által támasztott követelmények.

3.2.2 Az előző mechanikai műveletekből származó szennyezőanyagok minimalizálása és optimalizálása: olajok és zsírok

Leírás A felület kezelés előtti zsírtalanítási műveletek gyakran leegyszerűsíthetők a munkadarab helyes módon történő gyártásával és tárolásával. A szerszámkopás (pl. acél lemezsajtolás, fúrás vagy húzás) minimalizálásához, vagy a felületkezelést megelőző korrózióvédelemhez olajat vagy zsírt alkalmaznak.

A mechanikai termelési területen alkalmazott olaj és zsír csökkentésének lehetőségei:

- illékony kenőanyagok alkalmazása,
- minimális mennyiségű hideg kenőanyag használata,
- a munkadarabok lecsepegtetése és/vagy centrifugálása,
- a munkadarabok előtisztítása a termelés során,
- a tárolási idő rövidítése,
- sűrített levegős hűtés a fúrásnál,
- alakítható kenőanyag film alkalmazása a sajtolásnál.

Elért környezeti előnyök A zsírtalanítási igény csökkenése, beleértve a vegyszer és energia felhasználást, valamint a keletkező szennyvizet, hulladékokat.

Ellenhatások Energia és/vagy alternatív anyagok felhasználása, mint pl. száraz kenőanyag filmek és léghűtéses fúrás.

Az illékony kenőanyagok illékony szerves vegyületeket (VOC) tartalmaznak, amelyek a kezelés és a tárolás során elillannak.

Üzemeltetési adatok Az összes olajozott munkadarabnál figyelembe vehető.

Alkalmazhatóság Esetfüggő. Az olajok és zsírok alkalmazását és típusát az összes vevővel kritikusan és konstruktív módon meg kell beszélni.

Gazdasági szempontok Jelentős megtakarítás érhető el az olaj felhasználásban, továbbá megtakarítás a zsírtalanító vegyszer, az energia, a szennyvízkezelés és a munkaerő vonatkozásában. Jelentős a minőségre gyakorolt hatás is.

Megvalósítást ösztönző tényezők Kedvezőbb feltételek a technológiai sorban következő folyamatban; csökken az újra-megmunkálás.

3.2.3 Függesztő szerszám

Leírás A helyes szerszám kialakítás – rugós csíptetőjű szerszám a munkadarabok felfüggesztéséhez, vagy vörösréz huzalra felerősítés – számos okból fontos:

- a megfelelő áramsűrűség terhelés az elektrokémiai folyamatban
- a kihordás minimalizálása, ld. 3.4.3 pontot

- munkadarab elvesztés megelőzése
o a munkadarab beoldódás elszennyezi a műveleti oldatot
o rontja az üzem hitelét a vevő szemében

Elért környezeti előnyök

- Optimális anyag felhasználás.
- Kisebb anyag veszteség.
- Csekélyebb oldat karbantartási igény.

Alkalmazhatóság Az összes üzem, ahol függesztő szerszámot alkalmaznak.

Megvalósítást ösztönző tényezők Folyamat minőség

3.2.4 Műveleti oldatok keverése

Leírás A műveleti oldatok keverése fontos, hogy az oldat koncentrációja a kádban mindenütt egyforma legyen. Ez kicseréli a fémleválás helyén a kimerült oldatot, valamint megakadályozza a gáz buborékok és a szennyeződések megtapadását a munkadarab felületén, amelyek következtében egyébként a bevonat egyenetlen, „pittinges” lenne.

Az anódizáló oldatok keverése lényeges az elektrolit hőmérsékletének állandó értéken tartásához, valamint az alumínium felületétől a hő eltávolítása miatt.

A keverés az alábbi módokon valósítható meg:

- sűrített levegővel, fűvókákon keresztül,
- alacsony nyomású levegővel (sűrített levegő + reduktor),
- hidraulikus turbulenciával,
- keverés a motorral mozgatott katódsínen lévő munkadarabokkal.

Sűrített levegő használata esetén nagy a párolgási hőveszteség (különösen légelszívással összekapcsolva), továbbá a kompresszor működtetéséhez is többlet energia szükséges. Azonban az energia veszteség elhanyagolható a nagyon kis méretű kádak esetében.

A hidraulikus turbulenciát a kád alján elhelyezett, különleges fűvókákkal felszerelt, szivattyúval keringetett rendszerrel érik el. Habár az energia igény nagyobb, mint a hagyományos sűrített levegős vagy katódmozgatásos rendszereknél, a sűrített levegővel kevert kádaknál a víz elpárolgásából származó energia veszteség kiegyenlíti a hidraulikus turbulencia nagyobb energia szükségletét.

Ellenhatások A levegős keverés finom szemcsékből és folyadék cseppekből permetet, ködöt, gőzt, aeroszolt hozhat létre, illetve erősítheti azok keletkezését. Ezek a munkahelyen és/vagy a környezetben káros hatású vegyszereket juttathatnak a levegőbe.

A sűrített levegős keverésnél alkalmazott kompresszor erős zajforrás lehet.

A sűrített levegős keverés nagy hőenergia veszteség forrása lehet, ld. a 3.3.3 pontot.

Üzemeltetési adatok A hidraulikus turbulencia intenzívebb keverést eredményez, mint a levegős rendszerek. Ennek következtében javul a galvanizálás minősége, csökken a selejtszám, és kedvezőbb lesz az adalék felhasználás is.

Az összes rendszert úgy kell működtetni, hogy az oldat mozgatása hatékony legyen, de a munkadarabok ne essenek le a függesztő szerszámokról. A leesett, oldatban hagyott munkadarabok gyakran okoznak szennyezési problémákat.

Alkalmazhatóság Az összes kád, ahol keverés szükséges.

Megvalósítást ösztönző tényezők Költség megtakarítás az energia felhasználás, kedvezőbb termék minőség, valamint munkavédelmi és biztonsági feltételek következtében.

3.2.5 Karbantartás – üzem és berendezés

Leírás Az összes üzem és berendezés karbantartása a környezet menedzsment rendszerek fontos része.

3.3 Közszolgáltatási inputok és az azokkal való gazdálkodás – energia

Az energia megtakarítást szolgáló intézkedések és rendszerek magukba foglalják az alábbi jellemzőkkel bíró működtetési eszközök és berendezések alkalmazását:

- a berendezés által fogyasztott energia felhasználása hatékonyságának maximalizálása, pl. gazdálkodás a bejövő elektromos árammal,
- a műveleti oldatok fűtéséhez használt energia minimalizálása,
- az elektrokémiai folyamatokban felhasznált energia (áram) veszteség minimalizálása,
- a műveleti oldatok hűtéséhez használt energia minimalizálása,
- egyéb felhasználási területek hatékonyságának maximalizálása, pl. a léghéztetésnél, egyéb elektromos meghajtó motoroknál, a kiegészítő műveletek és újrahasznosító berendezések esetében,
- a léghéztetés és a helyiség fűtés optimalizálása.

Az összes energia inputot a felhasználás időpontjában fel kell jegyezni, és el kell osztani típus és végfelhasználás szerint, a jellemző tevékenységek alapján, pl. havonta, naponta, óránként, stb. Az inputok felhasználásának hatékonysága is mérhető és optimalizálható a különböző termelési intézkedések függvényében, pl. tömeggalvanizálásnál a kezelt áru felülete, a dobok száma, termelési költségek, stb. Intézkedések tehetők az ebben a részben leírtak szerint, ahol eltérés tapasztalható a kívánt teljesítménymutatóktól.

3.3.1 Elektromos áram

3.3.1.1 Bejövő nagyfeszültségű áram és nagy áram igény

Leírás Gazdálkodás a bejövő árammal, a fázisoknak megfelelően, minimalizálja a reaktív energia veszteséget a nagy feszültségről történő transzformálásnál, és elégítse ki a nagy áram igényt, stb.

A vörösréz gyűjtősín rövid és vízűtéses, annak érdekében, hogy minimális legyen az ellenállási veszteség; ezt a következőképpen érik el:

- o nagyon rövid távolság az egyenirányítók és a vezetősínek, illetve anódok között
- o a katód- és az anódsínekhez a csatlakozás a kád egy, azonos oldalán legyen
- o az anódsínenkénti áramellátás optimális árambeállítást tesz lehetővé

A reaktív energia kompenzálása

- Minél kisebbre csökken a $\cos \varphi$, annál kevésbé hatékony az áram felhasználása.

Elért környezeti előnyök Minimalizálja az energia veszteséget.

Alkalmazhatóság Minden berendezésnél, ahol háromfázisú tápáramot használnak. Az energia igények szakszerű felülvizsgálatát és korrekcióját követeli meg. Az összes olyan berendezés esetében, amelyben elektrolitikus folyamatok zajlanak, biztosítható az ellenállási veszteségek csökkentése az energia ellátásnál.

Gazdasági szempontok Az energia veszteségek (pl. nem kívánt melegedés, reaktív energia, stb.) növelik az energiafogyasztást, és költségnövekedést idéznek elő.

Megvalósítást ösztönző tényezők Költség megtakarítás.

3.3.1.2 Egyenáram ellátás

Leírás Energia megtakarítás érhető el az alábbiakkal:

- a vezetékek és a csatlakozók közötti feszültségesés csökkentése
- az egyenirányítók és a csatlakozók (gyűjtősínek) rendszeres karbantartása
- modern egyenirányítók alkalmazása, amelyek jobb konverziós tényezővel rendelkeznek, mint a régebbi típusok
- a műveleti oldatok vezetőképességének növelése adalékokkal, illetve egyéb vegyi anyagokkal, pl. kénsavval a savas rézfürdőkben, és az oldatok karbantartásával, pl. a vas- és a króm(III)ion koncentráció csökkentése a keménykrómozó fürdőkben.
- módosított hullámformák (pl. impulzus áram, polaritás váltás) alkalmazása, ami javíthatja a fém bevonatok tulajdonságait

Megvalósítást ösztönző tényezők A költség megtakarítás az egyenáram költség 10-20 % -át teszi ki.

3.3.1.3 Áram hatásfok optimalizálás az elektrokémiai folyamatban

Leírás Vezetőképességet növelő vegyszerek adagolása az elektrolitba, az elektromos vezetőképesség javítása érdekében.

Elért környezeti előnyök

- A környezeti előnye jelentős
- Csökken az elektromos energiafogyasztás.

Ellenhatások A vezetőképességet növelő vegyszereket gondos előkísérletek, illetve alapos ismeretek alapján szabad csak beadagolni az előírt technológia szabta tartományon túl, mivel lényegesen megváltozhatnak az elektródokon lejátszódó elektrokémiai folyamatok, miáltal a leválasztott bevonat jellemzői is (bevonat vastagság, eloszlás, szerkezet, duktilitás, stb.) jelentősen módosulhatnak.

Alkalmazhatóság

- Új és meglévő soroknál.
- Műszaki támogatást igényel, házon belülről vagy a beszállítótól.

Megvalósítást ösztönző tényezők A folyamat hatékonysága és a költségek.

3.3.2 Műveleti oldatok fűtése

Leírás Egyes kádakat közvetlen elektromos (merülő) fűtőtestekkel, vagy közvetlenül a kádnál elhelyezett égőfejekkel látnak el. Gyakran alkalmaznak merülő fűtőtesteket fűtés kiegészítésére.

Négy fő módszer létezik a műveleti oldatok indirekt fűtésére, a következők alkalmazásával:

- nagynyomású forró víz
- nyomásmentes forró víz
- vízgőz
- hőátadó folyadékok – olajok.

A következő gyakorlati tapasztalatok említhetők meg:

- a nagynyomású forró vizes fűtés üzemeltetése és karbantartása drága
- a nyomásmentes forró vizes és a hőátadó folyadékkal működtetett fűtés üzemeltetése olcsóbb
- a hőátadó folyadék szivárgása helyrehozhatatlanul károsíthatja a műveleti oldatokat
- a forró vizes rendszer szivárgása károsan felhígíthatja a műveleti oldatokat.

Ellenhatások Az összes műveleti oldat károsodhat a fűtőtekercecsek szivárgása miatt, vagy a nemvizes hőátadó folyadékok (olajok) miatti elszennyeződés, vagy pedig a beszivárgott vízzel történő hígulás következtében.

Ahol merülő fűtőtesteket vagy közvetlen fűtést alkalmaznak, ajánlott a kádban a folyadékszint folyamatos ellenőrzése. Az ilyen fűtés, mint ismert, az elektrolit bepárlását okozhatja, és tüzet idézhet elő.

Üzemeltetési adatok Speciálisak a karbantartási követelmények a nagynyomású, forró vizes rendszerek esetében.

Az egyéb rendszerek a műveleti oldatok szintjének folyamatos ellenőrzését követelik meg, hogy ne történhessen szivárgás a műveleti oldatokba.

Gazdasági szempontok Egy berendezésnél 11 hetes megtérülés időre volt szükség a beruházásnál, amikor nagynyomású forró vizesről hőátadó folyadékos kazánnal való fűtésre tértek át.

Megvalósítást ösztönző tényezők Költség megtakarítás.

3.3.3 Műveleti oldatok hőveszteségének csökkentése

Általános gyakorlat a műveleti oldatok hőveszteségének minimalizálása, azonban az alkalmazott technikák a hő újrahasznosításának lehetőségeitől, a megújuló energia ellátás elérhetőségétől és a helyi klimatikus viszonyoktól függenek.

Leírás A fűtött oldatok hőmérséklete ellenőrizhető manuálisan hőmérővel, vagy automatikusan (a fűtött kád méretétől és energia szükségletétől függően), automatikus és/vagy adatrögzítési lehetőséggel rendelkező műszerekkel. Jegyezze fel a mért és az összehasonlító adatokat, és optimalizálja azokat.

A legnagyobb energia veszteség a légelszívással és folyadékkeveréssel rendelkező oldatok felületén következik be. A műveleti oldatok felszíne feletti légelszívás növeli a párolgást, és így az energia veszteséget, ld. 3.2.4 pontot.

A műveleti oldatok fűthetők olyan energiával, amely energiát termelő műveleti lépésekből származik. Különböző műveleti oldatok hűtőköréből származó víz felhasználható az alacsonyabb hőmérsékletű oldatok, a bejövő levegő, stb. fűtésére. Alternatívaként, a felmelegedett hűtővíz egy központi tartályban gyűjthető össze, és egy megfelelő hőszivattyúval lehűthető. Az energia nyereség felhasználható a műveleti oldatok fűtésére, max. 65 °C-os műveleti oldatok esetében, vagy más célokra szánt víz felmelegítésére.

Oldat felszínen úszó testeket széles körben alkalmaznak az oldat felületének hőszigetelésére, anélkül, hogy korlátoznák a hozzáférést a munkadarabokhoz. Azok nem gátolják a szerszámok, dobok, tekercek és egyéb alkatrészek behelyezését.

Elért környezeti előnyök Energia megtakarítás.

Alkalmazhatóság Az összes fűtött oldat.

Sok oldat csupán szűk üzemeltetési tartománnyal rendelkezik, és nem használható azokon kívül.

Anódizálásnál a lecserélésre ítélt tömítő oldatok hője felhasználható az új tömítő oldat elkészítéséhez használt víz felmelegítésére.

Automata soroknál az oldat felszínen úszó golyók a dobokkal vagy munkadarabokkal bekerülhetnek az öblítő kádakba. Ezek a golyók eltömíthetik a csöveket és tönkre tehetik a szivattyúkat. Ez bizonyos fokig megelőzhető a golyó méret választék alapján, és előszűrő alkalmazásával a kritikus csövezetékek és berendezések esetében. A kádakból kikerülve a golyók rendetlenséget okozhatnak a munkahelyen.

Gazdasági szempontok

- Az összes fűtött kádhoz alkalmazható.
- Az úszó golyók olcsók.
- A bonyolult hőcserélő rendszerek beruházási költsége magas lehet.

Megvalósítást ösztönző tényezők Költség megtakarítás és a folyamat minőség-ellenőrzése.

3.3.4 Műveleti oldatok hűtése

Elért környezeti előnyök Zárt hűtő rendszerek alkalmazása vizet takarít meg.

Ellenhatások Hűtött rendszerek megnövekedett energia fogyasztása.

Az átfolyásos rendszerek kimeríthetik a helyi erőforrásokat, vegyszerektől szennyezettek lehetnek, és a hőtartalom hatással lehet a helyi ökörendszerekre.

A nyitott hűtőrendszerek legionella fertőzés forrásai lehetnek. A megfelelő tervezés, a karbantartás során elvégzett tisztítás és vízkezelés együttesen minimalizálhatja a Legionella számot, de nem várható, hogy teljesen eliminálja azokat az egész rendszerből. Ezért a hűtőrendszerek elhelyezésénél és tervezésénél ugyancsak célul kell kitűzni a legionella elterjedtségének és továbbadásának a minimalizálását.

Üzemeltetési adatok A visszaforgatás nélküli rendszer valószínűleg nem gazdaságos, a víz visszaforgatása esetében viszont gazdaságos lehet.

Alkalmazhatóság Széles körben alkalmaznak visszaforgatásos rendszereket. A hűtő rendszer típusa függhet a rendelkezésre álló víztől.

Ahol rendelkezésre áll helyi vízforrás, ott átfolyásos rendszerek használhatók.

Gazdasági szempontok A hűtéshez alkalmazott folyóvízes rendszerek valószínűleg csak akkor gazdaságosak, ahol a bejövő víz költsége nagyon alacsony.

Megvalósítást ösztönző tényezők Költség megtakarítás a vízfelhasználásban és a nyitott rendszerek karbantartásánál.

Bepárlás

Leírás A bepárlást széles körben alkalmazzák a felesleges energia eltávolításához a kezelőkádából, a műveleti oldatból a víz elpárologtatásával, és az üzemeltetési hőmérséklet előírt értéken tartásával. Ez optimalizálható egy bepárló rendszer vagy bepárló berendezés használatával, és alkalmazható kaszkádöblítő rendszerekhez is, a hatóanyagok újrahasznosítása, és a kibocsátás minimalizálása érdekében, így zárt feldolgozási kör alakulhat ki (ld. 3.5.9 pontot).

Elért környezeti előnyök A műveleti oldat hűtése a kihordott hatóanyagok visszaforgatásával együtt, rendszerint a zéró szennyvíz kibocsátású rendszerek részét képezi.

Ellenhatások Magasabb műveleti oldat hőmérsékletet igényelhet, nagyobb energia felhasználással és/vagy kihordott hatóanyag visszaforgatással.

A bepárló berendezés energia bevittet igényelhet, megfelelő mennyiségű víz elpárologtatásához. A kondenzált víz újrahasznosítható.

Üzemeltetési adatok Általában ellenáramú öblítő rendszerrel építik egybe, a kihordott hatóanyagok visszanyerésének maximalizálása és a műveleti oldat kihordási veszteségének, és ezáltal a hulladék kezelés minimalizálása érdekében. Megfelelő számú ellenáramú öblítő káddal és/vagy kiegészítő fűtéssel a bepárlóban.

A bepárlók kisebb energia igényűek, költségük alacsonyabb, ha a műveleti oldat hőmérséklete olyan magas, hogy nincs szükség energia bevételre az oldat természetes párolgása következtében.

Alkalmazhatóság Általában szobahőmérsékleten üzemelő oldatokhoz használható.

Gazdasági szempontok A bepárlásnál minden 1,0 kg víz elpárologtatásához legalább 0,63 kWh szükséges, amit kompenzálhatnak az öblítővízből visszanyert hatóanyagok és a kisebb öblítővíz fogyasztás.

Megvalósítást ösztönző tényezők Közvetlen bepárlás esetén nincs beruházási költség. Ld. a 3.5.9 pontban az oldat visszanyerést és a minimális kibocsátású műveleteket.

3.3.5 Víz

3.3.5.1 Vízfelhasználás szabályozása

Leírás Az adott időben folyó összes vízfelhasználás feljegyzése – tekintet nélkül forrásának költségére – lehetővé teszi felhasználásának szabályozását (beleértve a belsőként kezelt forrásokat is, ld. 3.3.5.2 pontot). Ez a berendezés összes felhasználási pontjának mérésével valósítható meg: az öblítőknél, az oldat szintpótlásnál, sőt olyan területeken is, mint pl. mosdóhelyiség, stb. Ezzel meghatározhatók a nagy vízfelhasználású helyek, a megfelelő beavatkozáshoz. A vízfelhasználás felosztható típusonként és nagyobb végfelhasználásra vonatkozóan speciális szempontok alapján, pl. havi, napi, óránkénti, stb. bontásban. A vízfelhasználás más termelési jellemző alapján is értékelhető és optimalizálható, pl. a felületre, a kezelt mennyiségre, a dobok számára, a feldolgozási költségekre, stb. vonatkozóan. Ahol a felhasználás nagyobb

látszik, mint a külső és/vagy belső mutatószámok, be – kell avatkozni, az okok felderítése céljából.

Ha azt állapították meg, hogy a vízfelhasználás optimális, akkor azt arra felhatalmazott személy ellenőrzése mellett végzett különböző intézkedésekkel optimumon kell tartani, pl. a következő eszközök segítségével:

- Úszó folyadékszint-szabályozó szelepek, bevált gyakorlat zárószelepek alkalmazása.
- Vezetőképesség, pH, hőmérséklet és egyéb folyamatszabályozási intézkedés. Ez lehet automatikus, és ugyancsak alkalmazható a statikus feltöltő és ürítő rendszerekhez, akár kézi, akár pedig automata üzemmódban.

Elért környezeti előnyök Számos tapasztalat megerősíti, hogy jelentős megtakarítás érhető el.

Üzemeltetési adatok Kedvező eredmény érhető el, ha vízszintszabályozó úszószeleppel együtt alkalmazzák, amit az optimális értékre állítanak be, valamint egyéb adatok megfigyelésével, mint pl. az egy katódsínre vagy 1 m² kezelt felületre eső vízfelhasználás.

Alkalmazhatóság Az összes berendezés.

Gazdasági szempontok A teljes mértékben és folyamatosan feltöltődő vízforrásokból közvetlenül nyert nyersvizet felhasználó berendezések pénzügyileg nem lehetnek kifizetődők. Figyelem, a csökkentett vízfelhasználás kisebb vízkibocsátást is jelent, ami a helyi vízműnél vagy harmadik félként a vízkezelő üzemekben is kisebb költségként jelenhet meg.

Megvalósítást ösztönző tényezők Rövid megtérülési idő, ahol a vízköltségek jelentősek.

3.3.5.2 Bejövő víz minősége és a vízkezelés

Leírás Bizonyos alkalmazási területeken (pl. a hűtés, a padlózat és a berendezés tisztítás) csak a lebegő és/vagy összes sótartalomnak van jelentősége, és a visszaforgatott víz is megfelelő lehet; azonban a származási hely függvényében szűrésre lehet szükség. Sok műveleti oldat és öblítővíz esetében csak az ivóvíz minőségű víz megfelelő, esetleg ugyancsak szűréssel. Magas minőségi követelményű munkák esetében, ahol a szárítást követően, az oldott szilárd anyagok miatt kialakuló foltosodás nem megengedhető, pl. a dekoratív bevonatok és a nyomtatott huzalozású lapok esetében, vagy ahol hatással van a folyamatra, pl. az anódizálásnál, hőkezelésnél, az összes bejövő vizet kezelni kell az összes sótartalom csökkentésére, sótelenítot vagy ioncserélt vízminőség eléréséhez.

A kezelés a következőkre terjedhet ki:

- szűrés
- ioncsere/sótelenítés
- ultraszűrés
- fordított ozmózis.

E kezelésekből szilárd anyagok, a regenerálásból (ioncsere/sótelenítés) sóoldatok származnak. Ezek kibocsáthatók a szennyvízkezelő berendezésbe vagy közvetlenül szennyvízcsatornába, azonban figyelemmel kell lenni közcsatornába bocsátás esetén a sótartalomra.

3.4 Kihordás csökkentés

3.4.1 Bevezető megjegyzések

A kihordás csökkentés hatékony módszer:

- az öblítővízbe behordás miatti vegyszer-veszteség minimalizálására,
- a szükséges öblítővíz mennyiség csökkentésére,
- a nyersanyag költségek csökkentésére,
- a következő műveleteknél a minőségi és karbantartási problémák csökkentésére,
- az öblítővizekkel kapcsolatos környezeti problémák csökkentése.

A kihordás miatti vegyszer veszteség csökkentését célzó technikák az alábbiakban találhatók meg, azonban a kihordás teljes megszüntetése lehetetlen.

A kihordás számos tényező függvénye, és ennek a kulcsfontosságú tényezőnek a csökkentése, ami jelentős hatással van a környezetre és a folyamatra, csak az összes érintett személy szoros együttműködésével érhető el. Ennek érdekében a különböző paraméterek komplex kölcsönhatásait alaposan meg kell érteni az üzemben dolgozókkal, a helyzet sikeres javításához.

3.4.2 Kompatibilis vegyszerek alkalmazása

Leírás Kompatibilis vegyszerek (pl. ugyanazon sav alkalmazása pácoláshoz vagy aktiváláshoz, a galvanizáló eljárást megelőzően) használata csökkenti a vegyszer kihordás következményeit a következő folyamatban.

Elért környezeti előnyök Minimalizálja a vegyszer veszteséget, mivel az a következő folyamatban felhasználásra kerül. Csökkenti a víz felhasználást a közbenső öblítésnél.

Ellenhatások Megnövelheti a vegyszerpótlás igényt a pácolóban/aktiválóban, ami egyébként az ellenáramú öblítőből visszanyerésre kerülne, stb. (ld. 3.5 pontot).

Üzemeltetési adatok Megnövelheti a következő oldat karbantartási igényét, pl. a beoldódott fémszennyezők eltávolítása. Csökkenti a műveleti sorban a szükséges lépések számát, az öblítések kihagyásával / csökkentésével.

Alkalmazhatóság Az összes folyamathoz alkalmazható, ahol kompatibilis vegyszerek használhatók.

Gazdasági szempontok Alacsony költség, a kémiai rendszerek választékától függően.

Megvalósítást ösztönző tényezők Gazdasági szempontok

3.4.3 Kihordás csökkentés – függesztett munkadarabok

1. **Leírás** Annak érdekében, hogy a felülethez tapadó oldat az alsó peremre folyjon le, úgy helyezze el a munkadarabokat a szerszámra, hogy a legnagyobb felületek függőlegesek legyenek. A munkadarabok leghosszabb kiterjedése általában vízszintes vagy inkább attól enyhén eltérő legyen, hogy a felülethez tapadó oldat lefolyjon, javítva a lecsepegtetést. Az összes munkadarab úgy helyezhető el, hogy alsó éle ferde legyen, hogy a folyadékcsöpek összegyűljenek, és elősegítse a lecsepegtést a műveleti kád fölött. A műveleti oldatból kieme-

léskor, a függesztő szerszámok megdönthetők, így gyorsan nagy cseppek alakulnak ki, és lecseppennek a felfüggesztett munkadarab legsó pontjáról.

Annak érdekében, hogy a felülethez tapadt folyadék összegyűljön, és cseppeket alkosson, amelyek aztán lecseppennek a munkadarabról, elegendő csepegési időt kell hagyni a műveleti kád fölött. A szerszám műveleti oldatból történő lassú kiemelésekor jelentősen csökkenhet a kihordott folyadék mennyisége. Ezért a lassú kiemelés és az elegendően hosszú lecsepegési idő a műveleti kád fölött jelentősen csökkentheti a kihordást. Az 5. táblázatban megadott kiemelési és a kád feletti tartózkodási idők néhány speciális műveletre érvényesek, és csupán utalásként közöltük. Az idő változhat a folyamat jellemzőinek függvényében.

Folyamat	Kiemelési idő (másodperc)	Kád felett tartózkodási idő (másodperc)
Galvanizálás	≥ 10	≥ 10
Tisztítás/pácolás	≥ 8	≥ 7
Passziválás	≥ 10	≥ 10
Tömítés/lakkozás	≥ 10	≥ 5

5. táblázat: A szerszámok kiemelési és kád fölötti tartózkodási ideje

Amennyiben lehetséges, kerüljék az üregeket („csésze-alakú bemélyedéseket”) a munkadarabokon. A „csésze-alakú” munkadarabokat úgy helyezték a szerszámra, hogy a műveleti oldatot ne hordják át az öblítővízbe, de a műveleti oldat a munkadarab teljes felületével érintkezessen. Néhány esetben a szerszámon elhelyezést meg kell beszélni a vevővel, hogy azoknál a munkadaraboknál, amelyek nagy mennyiségű folyadékot tudnak kihordani (pl. a „csésze-alakú” munkadarabok) megfelelő kifolyó nyílást készítsenek.

A műveleti oldat rácssepegését más, a szerszámon lejjebb elhelyezkedő munkadarabokra általában azok megfelelő pozicionálásával akadályozzák meg. Az automatikusan vagy kézzel a szerszám alá behelyezett csepp-tálcában összegyűlik a lecsepegő folyadék, miáltal elkerülhető a következő kádak, illetve oldatok elszennyeződése. A szerszám gyors továbbítása az egyik kádból a másikba ugyancsak minimalizálja ezt.

A szerszám miatti kihordás csökkenthető a szerszám befogó karok elhajlításával, hogy ne legyenek vízszintes felületek, amelyekről a megtapadt oldat nehezen tud eltávozni.

Normál ellenőrzési és karbantartási feladat a szerszám szigetelő bevonatának vizsgálata, hogy az sima, repedés- és sérülésmentes legyen, ne maradjon benne műveleti oldat. A szerszámok szigetelő bevonata általában hidrofób, a lecsepegés megkönnyítése érdekében.

A szerszámokat vízzel lehet leöblíteni vagy vízpermettel lemosni, illetve sűrített levegővel lefűjni, a kihordott műveleti oldat eltávolítása céljából (ld. 3.4.6 pontot).

Elért környezeti előnyök Az öblítés a legfontosabb lépés a műveleti kádból a környezetbe kerülő oldható vegyszerek veszteségének csökkentésében.

Üzemeltetési adatok Több eljárásánál (pl. kromátos passziválás, alumíniummaratás és cinkátpácos kezelés) a túlságosan hosszú csepegési idő hatással lehet a kezelt felület minőségére. Ahol a felületi reakció gyors leállítása szükséges, általában a felületen maradó műveleti oldat gyors higításával érik el.

A sűrített levegős lefűvátás vagy vízpermetes öblítés problémáit ld. a 3.4.6 pontban.

A kihordott oldat mennyisége a következők szerint számolható (K. G. Soderberg szerint):

$$W = 0,02A \cdot \sqrt{\frac{a \cdot p}{t \cdot d}}$$

ahol:

W	a kihordott oldat mennyiség cm^3 –ben
A	a munkadarab felülete cm^2 –ben
a	a munkadarab függőleges kiterjedése cm-ben
p	a műveleti oldat dinamikus viszkozitása Poise –ban (1 Poise = 0,1 Pascal másodperc)
t	a kiemelés ideje, másodpercben
d	a műveleti oldat sűrűsége

Úgy találták, hogy a munkadarab felületének durvasága nincs hatással a kihordott mennyiségre.

Az aktuális kihordási mennyiség meghatározható kémiai úton, vagy a térfogat növekedés mérésével. Ilyen adatok hiányában az alábbi tipikus adatok alkalmazhatók függesztett munkadarabok esetében:

- sík felületek $0,1 \text{ l/m}^2$
- bonyolult alakúak $0,2 \text{ l/m}^2$
- a fenti egyenlet síkfelületű munkadarabokra érvényes. „Csésze-alakú” munkadarabok esetében a tipikus érték 1 l/m^2 .

Alkalmazhatóság A függesztett munkadarabokat kezelő összes fürdőnél.

Gazdasági szempontok Az összes intézkedés felhasználható függesztett munkadarabok kezelésekor. A szerszámok élettartama viszonylag rövid, de nem költségesek, konstrukciójuk javítható, és idővel kivitelezhető. A személyzet megfelelő kiképzésével valósítható meg a munkadarabok helyes elrendezése a szerszámokon.

Egyéb jellemzők, pl. a csepegtetési és tartózkodási idő, az alkalmazott mozgó daru vezérlő berendezésétől függnék.

A lecsepegtési idő növelése csökkentheti a teljesítményt és a berendezés kapacitását.

Megvalósítást ösztönző tényezők Költség megtakarítás a vegyszer felhasználásnál és a szennyvízkezelésnél.

3.4.4 Kihordás csökkentés – tömeggalvanizálás

Leírás A műanyag dob felülete általában sima, meg kell vizsgálni nem sérült-e, nincsenek-e bemélyedések vagy kidudorodások a nyílások körül. Az oldallapokon lévő furatok rendszerint elegendő keresztmetszetűek a kapilláris hatás minimalizálásához, és a dobttest oldalfala elegendően vastag ahhoz, hogy megfeleljen a fellépő mechanikai igénybevételnek. A dobttest perforált része minél nagyobb arányú legyen, hogy a kihordott oldat könnyen vissza tudjon csepegni a műveleti kádba. Ez ugyancsak javítja az egész galvanizálási folyamat hatásfokát, a folyadék könnyebb bejutása és a feszültségcsökkenése következtében.

A kihordás további csökkenése érhető el a dob megszakításos forgatásával a műveleti kád fölött, a lecsepegtés ideje alatt (pl. 90 fokos elfordulás, majd 10 másodpercre leállítás, és a következő megszakításos elfordulási ciklus, stb.). Nagyobb csökkenés érhető el lefolyást elősegítő bordák dobon belüli kialakításával, amelyek összeterelelik a kifolyó folyadékot, ezáltal meggyorsítják a kifolyást a dobból.

Jelentősen csökkenthető a kihordás a dobttestből a felesleges oldat kifúvatásával, a kád fölötti lecsepegtetés ideje alatt. Forró fürdők esetében a dobok vízszaggal vagy vízpermettel leöblíthetők (ld. 3.4.6 pontot).

A munkadarabok rendszerint fő felületükkel vízszintesen helyezkednek el a dobban. A kifolyás elősegítéséhez megfontolandó a dobok ferde kiemelése a kádból. A felfüggesztő és emelő rendszer kialakítható e követelménynek megfelelően. A hagyományos rendszerek esetében azonban ezt nehéz megvalósítani.

Furatok helyett szűrőgombák alkalmazása eredményesnek bizonyult, mivel így csökkent a furatok hosszúsága a dobttest oldalfalaiban. A kihordás csökkenthető, és kisebb az oldatellenállás, ha a perforáción keresztül a folyadékáramlás hatékonyabb.

Elért környezeti előnyök Az öblítés a legfontosabb lépés a műveleti kádból a környezetbe kerülő oldható vegyszerek veszteségének csökkentésében.

Ellenhatások Ahol levegővel vagy vízpermettel kifúvatják a dobot, óvatosnak kell lenni, és biztosítani kell, hogy az eltávolított oldat a dob alatti kádba folyjon, és minél kevesebb csepp és szemcse szóródjon szét a levegőben. Az eltávolított oldat ártalmas lehet a munkahelyi levegőben, a külső környezetben, és elszennyezheti a többi oldatot (ld. 3.4.6 pontot).

Üzemeltetési adatok Mint az előző fejezetben, néhány eljárásnál (pl. kromatózás, alumíniummaratás vagy cinkátpácos kezelés) a túl hosszú lecsepegtetési idő hatással lehet a kezelt felület minőségére. Ahol a felületi reakciót gyorsan le kell állítani, azt általában a felületen maradó oldat gyors hígításával érik el.

A kihordott folyadék mennyiség minimalizálásához a dobot lassan kell kiemelni az oldatból, a kihordás hatékony csökkentéséhez, megfelelő hosszúságú lecsepegtetési időt hagyva utána, a 6. táblázatban leírtak szerint.

Művelet	Műveleti idő, minimum (másodperc)		
	Kiemelés	Lecsepegtetési idő	Dobforgás leállításának időtartama (*)
Galvanizálás	5	24	3 x 8
Tisztítás/pácolás	5	24	3 x 8
Passziválás	5	16	2 x 8
Tömítés	5	24	3 x 8
(*) a dob kétszer vagy háromszor 90° -ot elfordul, 8 másodperces leállással			

6. táblázat: Dobok kiemelési és tartózkodási ideje

Az aktuális kihordás mérése történhet analitikai úton, vagy térfogat növekedés meghatározásával.

Tömeghorganyzásra vonatkozó adatok:

	760 mm dob szélesség	1.200 mm dobszélesség
Sík és bonyolult felületű munkadarabok	1 – 2 l/dob	2 – 3 l/dob
Csésze alakú munkadarabok	2 – 4 l/dob	3 – 6 l/dob

7. táblázat: Kihordott oldat visszatartás, dob átmérő 380 mm, 8 mm –es furatokkal

	760 mm dob szélesség	1.200 mm dobszélesség
Sík és bonyolult felületű munkadarabok	2 – 4 l/dob	3 – 5 l/dob
Csésze alakú munkadarabok	3 – 6 l/dob	4 – 8 l/dob

8. táblázat: Kihordott oldat visszatartás, dob átmérő 380 mm, 2 mm –es furatokkal

Néhány eljárásnál, pl. a kromatózásnál, a túl hosszú lecsepegtetési idő hatással lehet a kezelt felület minőségére. Ha a felületi reakció gyors leállítása szükséges, azt általában a felületen maradó műveleti oldat gyors hígításával érik el.

Alkalmazhatóság Az összes tömegkádnál.

Gazdasági szempontok Ezek közül számos lépés bármely tömegfürdővel üzemelő berendezésben felhasználható. A dobok élettartama korlátozott, karbantartást igényelnek, azonban nem költség igényesek, és a konstrukció fokozatosan javítható.

Egyéb jellemzők, pl. a csepegtetési és tartózkodási idő, az alkalmazott mozgó daru vezérlő berendezésétől függenek.

A lecsepegtetési idő növelése csökkentheti a teljesítményt és a berendezés kapacitását.

Megvalósítást ösztönző tényezők Vegyszer- és egyéb input költségek megtakarítása. Kevesebb hulladék keletkezése.

3.4.5 Műveleti oldatok tulajdonságai – hatásuk a kihordásra

Leírás A kihordás függ a műveleti oldatok tulajdonságaitól is. A kihordott oldat mennyiség a műveleti oldat hőmérsékletének növelésével is csökkenthető, ami általában csökkenti az oldat viszkozitását.

A műveleti oldatok koncentrációjának csökkentése hatékonyan csökkenti a kihordást, a kihordott oldatban lévő anyag mennyiség, valamint a felületi feszültség és az oldat viszkozitásának csökkenése következtében.

Ha nedvesítőszert adnak a műveleti oldathoz, a felületi feszültség csökkenése miatt kisebb lesz a kihordás is.

Túl magas vegyszer koncentráció elkerülése érdekében karbantartással a műveleti oldat összetételét állandó értéken kell tartani. Ez, és megfelelő műveleti oldatok kiválasztása fontos lépés a kihordás csökkentésében.

Elért környezeti előnyök Az öblítés a legfontosabb lépés a műveleti kádból a környezetbe kerülő oldható vegyszerek veszteségének csökkentésében.

Ellenhatások A műveleti oldatok hőmérsékletének növelése energia többletet igényel. Nedvesítőszert alkalmazása növeli a felhasznált vegyszerek mennyiségét.

Üzemeltetési adatok Ha az oldatban a vegyszerek koncentrációját az előírt szint alá kívánja csökkenteni, akkor az a vállalatban belüli vagy a vegyszer szállító részéről nyújtott szakértelmet igényel.

A műveleti oldatok állandó összetételének biztosítása az SPC (statisztikus folyamatszabályozás) része.

Egyes fényesítő adalékokra hatással lehet a megnövelt hőmérséklet.

Alkalmazhatóság Az összes műveleti oldat.

Megvalósítást ösztönző tényezők Folyamatszabályozás tökéletesítése és költség megtakarítás.

3.4.6 Átmenet a lecsepegtetésből az öblítésbe

Leírás Szoros kapcsolat van a kihordás minimalizálása és az azt követő öblítési lépések között. Tömeggalvanizálásnál a kihordott oldat jelentős részének leszívása vagy lefúvatása a műveleti kád fölött hatékony intézkedés a műveleti oldat veszteségének csökkentésére.

Jelentős mértékű kihordás csökkentés elérésénél kulcsfontosságú lépés a sajtoló vagy törülő görgők alkalmazása. Ezeket a nyhl gyártásnál használják.

Amikor a szerszámokat, illetve dobokat kiveszik a fűtött oldatot tartalmazó kádból, bevált gyakorlat a lemosás vízpermettel, miközben a szerszám a műveleti kád fölött áll. Ezzel kihordás csökkenés érhető el, és az öblítéshez használt víz pótolja az elpárolgott mennyiséget. Ez a kezelés kombinálható „előmártással”, ekkor a műveleti oldat párolgási veszteségét az első állóvízes öblítóből pótolják. A felülethez tapadt, illetve mélyedésekben, furatokban maradt oldat eltávolításához kombináltan víz-, és sűrített levegő sugár alkalmazható a műveleti kád fölött, és egy üres kádban, egymástól függetlenül.

Ferde lecsöpögtető műanyag tálcák alkalmazhatók minden kádnál azon az oldalon, amerre a munkadarabot továbbviszik. Ténylegesen így meghosszabbodik a munkadarab lecesegetési ideje, és ezáltal a lehető legtöbb lecesegető oldat kerül vissza az eredeti kádba.

Elért környezeti előnyök Az öblítés a kulcslépés a műveleti kádból a környezetbe kerülő oldható vegyszerek veszteségének csökkentésénél.

Ellenhatások Energia felhasználás a sűrített levegő esetében, amit a munkadarabról a kihordás lefűvátására használnak.

A lefűvátás és a vízpermet szétterjesztheti a műveleti oldatokból keletkező aeroszolt a munkahelyen, és az elszívó rendszeren keresztül a környezetben. Más fürdők is elszennyeződhetnek.

Üzemeltetési adatok A szerszámok és dobok lefűvátása, illetve vízszugárral lemosása nem könnyű feladat, műszakilag alaposan ki kell dolgozni.

Alkalmazhatóság Az összes függesztett-, illetve tömegfürdőnél.

Gazdasági szempontok Az energia többlet igény és a szivattyúzás költségét kompenzálhatják a vegyszereknél és a szennyvízkezelésnél elérhető költség megtakarítások.

3.5 Öblítés technikák és a kihordott anyagok visszanyerése

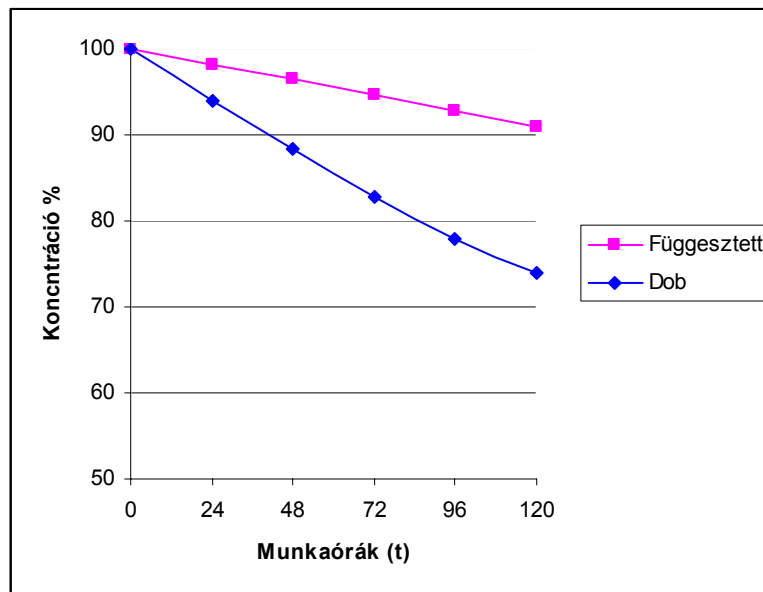
3.5.1 Bevezetés

Ezt a fejezetet az előbbi 3.4 ponttal együtt kell figyelembe venni, ami kiemeli a kihordás és behordás szabályozásának céljait. Ez a pont az alábbi két kapcsolódó cél elérését célzó technikákat elemzi:

- hogyan csökkenthető a kihordás (és a behordás) különböző eszközökkel
- hogyan csökkenthető az öblítővíz felhasználás

A műveleti oldat kihordása és az öblítővíz behordása műveleti oldatok folyamatos hígulásához és a vegyszerek koncentrációjának csökkenéséhez vezet.

Kevés üzemeltetési adat áll rendelkezésre, ezért az ebben a fejezetben említett összes összefüggés elméleti adatok alapján számított, amelyek nem esnek egybe a gyakorlati tapasztalatokkal. Ennek (nem kizárólagos) okai olyan egyszerű paraméterek, mint pl. a kihordott vegyszerek mennyiségének változása katódsínenként, eltérő öblítési hatások, a felületkezelt munkadarabok eltérő alakja miatti eltérő öblítési hatékonyság, illetve a nedvesítőszer koncentrációjának változása.



3. ábra: Vegyszer koncentráció csökkenése egy adott műveleti oldatban, az öblítővíz behordás és a műveleti oldat kihordás következtében, vegyszerpótlás nélkül

$$C_{on} = \{V/(V+D)\}^n * C_o$$

1

- C_o = vegyszerek koncentrációja a műveleti oldatban az üzemeltetés kezdetén
 C_{on} = vegyszerek koncentrációja a műveleti oldatban, n számú dob / katódsín terhelést követően
 D = behordás / kihordás mennyisége dobonként / katódsínenként
 V = műveleti oldat térfogata
 n = lefutott dobok / katódsínek száma

Referencia adatok a 3. ábrához:

Tömeggalvanizálás

teljesítmény:	10 dob/h
behordás/kihordás:	1,5 liter/dob, 15 liter/h
műveleti oldat:	közepes cianidtartalmú horgany
össztérfogat:	6 m ³
üzemeltetési hőfok:	szobahőfok

Függesztett galvanizálás

teljesítmény:	15 sín /h (25 m ² galvanizálandó felület)
behordás/kihordás:	0,4 liter/sín, 6 liter/h
műveleti oldat:	fényes nikkell, levegővel kevert
össztérfogat:	7,5 m ³
üzemeltetési hőfok:	60 °C

Az öblítés hatékonyságát az ún. öblítési arány (öblítési kritérium) jellemzi. Ez az a viszonyszám, ami a műveleti oldat koncentrációjának és leöblítése után a munkadarabokon maradó oldat koncentrációjának hányadosa. Ez utóbbi megegyezik az öblítőkádban, több lépéses öblítés esetén az utolsó öblítőkádban lévő oldat koncentrációjával. Töményebb, viszkózusabb műveleti oldatok után vagy érzékenyebb műveleti oldatok előtt hatékonyabb öblítést kell alkalmazni, azaz nagyobb öblítési arányt kell elérni.

Művelet		Arány
Lúgos tisztítás utáni öblítés		2.000
Savas pácolás utáni öblítés	cianidos művelet előtt	5.000
	cianid-mentes művelet előtt	2.000
Galvanizálás utáni öblítés	kadmium, ezüst, cink (lúgos)	2.000
	cink (savas)	3.000
	nikkel (elektrolitikus)	5.000
	nikkel (autokatalitikus)	10.000
	króm(VI)ionok	15.000
Passziválás utáni öblítés		5.000

9. táblázat: néhány javasolt öblítési arány

Általános üzemeltetési és ellenhatások A kihordás felhasználható a műveleti oldat tisztításához, mivel folyamatosan távolítja el a folyamatot zavaró, fényesítő-adalék és egyéb szerves adalék bomlástermékeket. Figyelembe kell venni ekkor az értékes, le nem bomlott komponenseket is. Azonban, a kihordás minimalizálás és a visszanyerési technikák alkalmazása valószínűleg megnöveli az igényt a megfelelően tervezett technikák iránt, a kezelő kádban a szennyezők csökkentéséhez, illetve eltávolításához.

Összesített gazdasági szempontok Kiszámolható az ebben a részben közölt adatok felhasználásával az anyagok visszanyerésének és a felhasznált szennyvíz csökkentésének gazdaságossága, az öblítőkádak száma növelésének, és a berendezés átalakításának, stb. költségeire vonatkozóan, a berendezés jellemzői alapján.

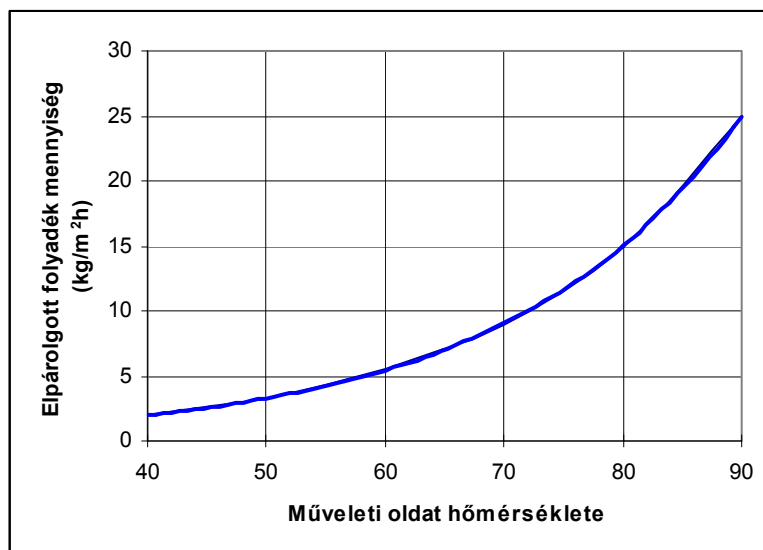
3.5.2 Bepárlás, mint a kihordott anyagok visszanyerésének előfeltétele

A kihordott anyagokat használt öblítővízből nyerik vissza, az oldatok párolgási veszteségének kompenzálásához. A párolgást felhasználó, illetve növelő technikák a 3.5.9.2 és a 3.5.9.3 pontban kerültek tárgyalásra.

A műveleti oldat párolgása a következő következménye lehet:

- megemelt üzemeltetési hőmérséklet, pl. > 80 °C a kémiai nikkelezésnél, > 55 °C az elektrolitikus nikkelezésnél, és > 90 °C a foszfátózásnál (ld. a 4. ábrát)
- a műveleti oldat hűtése párologtatással, állandó műveleti hőmérséklet biztosításához, pl. tömeg horganyzás cianidos elektrolitban, < 25 °C –on, fényes krómozás 40 °C –on, és kemény krómozás 60 °C –on.

1 kg víz elpárologtatásához kb. 0,63 kWh szükséges.



4. ábra: A kádból elpárolgó víz mennyiségének változása a műveleti oldat hőmérsékletétől, peremelszívás alkalmazása esetén.

A 4. ábrán bemutatott példa függesztett galvanizálásakor a párolgási veszteség a következőképpen számolható:

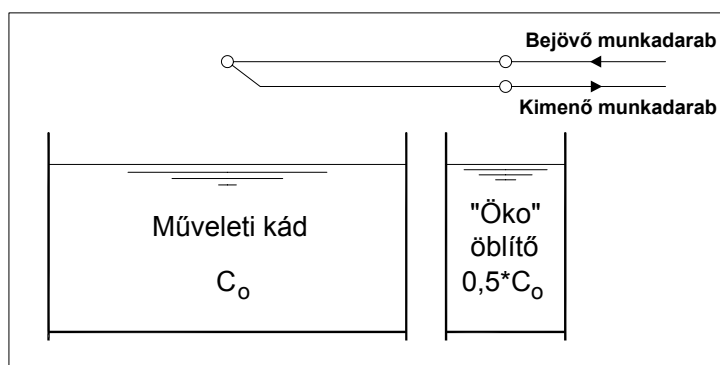
galvánfürdő felülete	6 m ²
elpárolgó víz 60 °C –on	5,5 l/m ² h
elpárolgó víz mennyisége	33 l/h

A kádból elpárolgott mennyiség a híg műveleti oldatnak tekinthető öblítővízből visszapótolható a műveleti kádba. A visszanyerési arány közvetlenül függ az öblítővíz vegyszertartalmától, valamint az alkalmazott öblítés technikától. A megfelelő technikák választéka az alábbiakban látható.

Még ha nincs is jelentős párolgás, a kihordott anyagok visszanyerésére megfelelő technika a 3.5.3 pontban található.

3.5.3 „Öko” öblítés vagy előmártás

Leírás Néhány, (nem kizárólag) szobahőmérsékleten üzemelő műveleti oldatból származó kihordott anyag visszanyerhető egyetlen öblítőkádb alkalmazásával, amelybe a munkadarabokat a felületkezelés előtt és után is bemártják. A 5. ábra vázlatosan ábrázolja a dobok / katód-sínek szállítási sorrendjét.



5. ábra: Kihordott vegyszerek visszanyerése „öko” öblítéssel

Az „öko” öblítőkádat ioncserélt vízzel kell feltölteni és bizonyos időbe telik, amíg a végső 0,5 C₀ koncentrációt eléri. Az oldatot csak akkor kell lecserélni, ha a kádat magát, és/vagy a falait tisztítani kell.

Az „öko” öblítőkád kombinálható egyéb lehetőségekkel is, a vízfelhasználás csökkentéséhez, ld. a 3.3.5.1 és 3.5 pontot.

Elért környezeti előnyök Normál üzemeltetés során nem szükséges víz hozzáadása, feltételezve, hogy a behordás megegyezik a kihordással. A kihordott vegyszerek visszanyerésének aránya (függesztett- és tömegfürdő esetében egyaránt) megközelítőleg 50%.

Ellenhatások Kisebb a szennyeződések kihordása, esetleg gyakrabban kell a műveleti oldatot tisztítani.

Alkalmazhatóság Olyan galvánfürdők vegyszerfelhasználásának minimalizálásához használható, ahol a fémek- és egyéb ionok koncentrációját megfelelő sókkal növelni kell, az előírt értékek fenntartásához. Néhány eljárásnál az előmártás problémát jelenthet, pl. öntvények rezezésénél, ahol az előmártó tapadási gondokat okozhat, mivel részleges kémiai leválás játszódik le. Szilárd anyagokat tartalmazó öko öblítőben végzett előöblítés durva leválást okozhat a következő bevonat leválasztásakor.

Ott kell tekintetbe venni, ahol más lehetőségek nem állnak rendelkezésre, vagy számos öblítés egyikeként.

Gazdasági szempontok Ld. az összesített gazdaságosságot, 3.5.1 pont.

A lépések számának növekedése csökkenti a berendezés kapacitását.

Megvalósítást ösztönző tényezők Ahol a műveleti oldat szobahőmérsékleten üzemel, és/vagy ahol csekély mértékű a párolgás.

3.5.4 Szóróöblítés

Leírás Szóróöblítés kétféleképpen végezhető: a műveleti oldat fölött, vagy különálló üres kádban.

Az öblítés előtti szórás (vagy előöblítés) a műveleti kád fölött hatékony öblítési módszer. Az öblítővizet rászórják a munkadarabokra, miközben azok még a fürdő felszín fölött vannak. Ez végezhető kézzel (kis sorok esetében), vagy automatikusan. Az előöblítéshez szükséges vízmennyiség feleljen meg a műveleti kádból kihordott oldat mennyiségnek, az egyensúly fenntartása érdekében. Az előöblítés révén a műveleti oldat közvetlenül visszakerül a műveleti kádba.

A különálló kádban végzett szóróöblítés első öblítésként funkcionál. Az oldat ezt követően visszatáplálható a műveleti oldatba, a párolgási és kihordási veszteségek ellensúlyozására.

Elért környezeti előnyök Az öblítés a kulcslépés a műveleti kádból a környezetbe kerülő oldható vegyszerek veszteségének csökkentésénél.

Üzemeltetési adatok A fürdő feletti szóróöblítésnél a műveleti oldat közvetlenül a kádba kerül vissza. Nincs szükség egyéb kádra. Azonban, a szóróöblítéskor túl sok víz használata problémákat okozhat (pl. a műveleti oldat túlzott mértékű felhígulása), de ez többféleképpen is szabályozható, pl.:

- anódizálásnál alacsony nyomású szórás, ld. mint „fröcskölő öblítés”, amivel elkerülhető az aeroszol képződés és a túl sok víz alkalmazása a szórásnál

- különálló kádban végzett szórásnál nem áll fenn a túl sok víz használata

Alkalmazhatóság Minden berendezéshez figyelembe vehető, de leginkább ott előnyös, ahol fennáll a száradásveszély és üledék maradhat a munkadarabok felületén a következő öblítés vagy művelet előtt.

3.5.5 Vegyi öblítés

Leírás A szükséges tisztítási hatékonyság elérésének egyik gyors módszere a Lancy eljárásnak nevezett vegyi öblítés. Ekkor a kihordott műveleti oldat kémiai reakcióba lép az öblítő oldattal.

Elért környezeti előnyök Csökkenti a szennyvízkezelési kapacitási igényt az elsődleges szennyvízkezelés csökkentésével vagy kiküszöbölésével.

Ellenhatások A Lancy eljárás fő alkalmazási területe - a kihordott cianidok oxidálása klórtartalmú lúgos oldatban öblítéssel – csökkent, a kapcsolódó adszorbeálható szerves halogenid (AOX) keletkezés miatt.

A kihordott vegyszerek egy részének (pl. cianidionok, kromátionok) visszanyerését lehetlenné teszi, ugyanakkor mások, elsősorban a fémek visszanyerését elősegíti.

Nagy mennyiségű iszap keletkezhet az öblítőkádakban.

Üzemeltetési adatok Műszakilag egyszerű üzemeltetni.

Vegyi öblítés alkalmazásával csökkenthető az öblítő fázisok száma, azonban ekkor az öblítővíz szennyezőanyag-tartalma megemelkedik.

Alkalmazhatóság Megfelelő kémiai reakció szükséges, ami könnyen végbemegy az első öblítőkádban fennálló feltételek között. Fő alkalmazási területei a következők:

- cianid oxidáció
- króm(VI) redukció

A korlátozott műveleti idő miatt esetleg nem ártalmatlanítható a cél vegyszer, különösen a cianidion. Ez korlátozza a króm(VI) redukció hatékonyságát is, különösen, ahol a munkadarabok alakja nagyon bonyolult és nagy mennyiségű króm(VI)tartalmú oldatot tart meg. A szokásos rendszer egy kádból áll a krómfürdő után, amelyben kénsav és nátrium-hidrogén-szulfid tartalmú oldat van.

Megvalósítást ösztönző tényezők Ott alkalmazható, ahol a szennyvízkezelési kapacitás korlátozott.

3.5.6 Öblítővíz regenerálása

3.5.6.1 Regenerálás ioncserével

Leírás Az öblítővíz kation- és/vagy anioncserélőkön átáramoltatása során a kationok H^+ ionokra cserélődnek, míg az anionok OH^- -ra, és megközelítőleg ioncserélt víz minőség érhető el. Az így tisztított vizet visszatáplálják az öblítőrendszerbe.

Elért környezeti előnyök A vízfelhasználás minimalizálása.

Ellenhatások Az ioncserélők működtetéséhez szükséges energia és regeneráló vegyszerek.

Általában jelentősen növeli a kibocsátott szennyvíz sótartalmát, ami a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet szerint közcsatornába vezetéskor még korlátozva van.

Üzemeltetési adatok Mechanikai elzáródás elleni védelem céljából szűrőt alkalmaznak az ioncserélő előtt.

Alkalmazhatóság Nem használható ioncserélő az öblítővíz regenerálásához, ha erős oxidálószer, nagy koncentrációban szerves anyagok, vagy bizonyos fém-cianid komplexek vannak jelen. Tömény öblítővizek regenerálásához nagykapacitású berendezés és gyakori regenerálás (pl. sósavval vagy kénsavval, és nátrium-hidroxiddal) szükséges.

A gyanták rendszerint nem távolítják el a szerves anyagokat, amelyek felhalmozódnak az öblítővízben. Emiatt további kezelés szükséges. Egy központi ioncserélő berendezést tartalmazó rendszerben a szerves anyagok bejuthatnak az összes műveleti oldatba, és zavart okozhatnak ott, pl. az öblítővíz újrahasznosításnál, hacsak nem végeznek további tisztítást, mint pl. aktív-szenes szűrés, vagy pedig a visszaforgatott vizet csupán bizonyos műveletekhez alkalmazzák. A zsírtalanító öblítőjéből származó zsírok-olajok eltömik a gyanta pórusait és/vagy bejutnak más öblítők vizébe.

Gazdasági szempontok A berendezés beruházási költsége a vízfelhasználásnál elérhető megtakarítással szemben.

3.5.6.2 Regenerálás fordított ozmózissal (RO)

Leírás Az öblítővíz néhány esetben fordított ozmózissal regenerálható.

Elért környezeti előnyök Több környezeti előny érhető el, mint csupán a vízfelhasználás csökkenése. Kisebb vízfelhasználás miatt némileg kisebb szennyvízkezelő szükséges. Előnyös lehetőség, ha a betöményített oldatot vissza lehet vezetni a műveleti fürdőbe (természetesen ekkor csak egyetlen öblítés vizét vezetik át a fordított ozmózis elvén üzemelő berendezésen).

3.5.7 Egylépéses öblítési technikák

Leírás Bizonyos helyzetekben egyetlen lépéses öblítési művelet szükséges. Erre akkor lehet igény, amikor a túl sok öblítés minőség romláshoz vezethet, pl. horgany fekete kromatózásokor, vastag rétegű passzíváláskor, vagy a nikkelezés és a fényes krómozás közötti öblítés. Más esetekben a felületi reakció leállítása csak akkor sikeres, ha gyors hígítást végeznek az első öblítő fázisban, ami nagy mennyiségű víz felhasználását igényli. Ilyen esetekben, a reagáló vegyszerek koncentrációját az első öblítési fázisban alacsonyan kell tartani.

Más példák a kis termelési kapacitású kézi vagy félautomata, illetve a fejlesztési munkához alkalmazott soroknál találhatók.

A környezeti hatás csökkentéséhez:

- az itt felhasznált víz regenerálható vagy visszaforgatható az eljárásán belül, pl. ioncserélővel, vagy máshol regenerált víz felhasználásával
- műveleti fürdő feletti szóróöblítés alkalmazható (az öblítővízbe merítés előtt), különösen a kis kapacitású és a fejlesztési tevékenységet végző sorok esetében.
- ahol az műszakilag lehetséges, az előző, illetve utána következő oldatban kompatibilis vegyszerek használatával az öblítési igény minimalizálható (pl. ugyanaz a sav alapú oldat), ld. a 3.4.2 pontot.

Elért környezeti előnyök A fent ismertetett hatások minimalizálását eredményező lépések.

Ellenhatások Nagy vízfelhasználás és anyagvesztés.

Üzemeltetési adatok A többlépéses öblítés károsíthatja a felületkezelést, ezáltal csökkentheti a korrózióállóságot.

3.5.8 Többlépéses öblítési technikák

Általános leírás A többlépéses öblítés különösen alkalmas kis vízmennyiséggel nagy öblítési arány eléréséhez. Például, kaszkád öblítésnél a víz a munkadarabbal ellentétes irányban halad, amint az a 6. ábrán látható. Ezáltal egyenletes öblítővíz minőséget (öblítési arányt) eredményez, és a következőképpen fejezhető ki matematikai eszközökkel:

$$Q / t = n \sqrt{S_k \cdot (V / t)}$$

Q / t	= a megfelelő öblítési arány eléréséhez szükséges öblítővíz mennyiség (l/h)
S _k	= öblítési arány
n	= öblítési lépések száma
V / t	= kihordás (l/h)

Legnagyobb mértékű megtakarítás az első lépésből a másodikba átmenettel érhető el. Mint ahogyan a 10. táblázat mutatja, a megfelelő öblítési rendszer kiválasztásával kisebb öblítővíz mennyiség érhető el. A vízmegtakarítás hatása csökken az öblítési lépések növelésével.

Öblítési arány (x:1)	10000	5000	1000	200
Lépések száma	Szükséges öblítővíz mennyiség (l/h)			
Egy	10000	5000	1000	200
Kettő	100	71	32	14
Három	22	17	10	6
Négy	10	8	6	4
Öt	6	5	4	3

10. táblázat: A szükséges öblítővíz mennyiségének változása az ellenáramú öblítési lépések számától és az öblítési aránytól (liter öblítővíz/liter kihordott elektrolit alakban kifejezve)

- Néhány lehetőség és változat található a 3.5.8.1, 3.5.8.2 és 3.5.8.3 pontokban. Ezek más technikákkal együtt alkalmazhatók, ld. a 3.5.1, 3.5.3, 3.5.4, 3.5.5 és 3.5.6 pontot.
- Csupán az egyes lehetőségek leírása került ott ismertetésre, a többi tényező ebben az általános részben található.

Elérhető összes környezeti előny az ismertetett összes lehetőséghez A zéró vízkibocsátást gyakran az öblítési technológia végső követelményének tekintik az alacsony emissziójú felületkezelési folyamatoknál. Ekkor az első öblítóből a műveleti oldatba visszatérő víz mennyisége megegyezik a párolgási veszteséggel (az előző öblítóből behordott víz mennyisége lényegében megegyezik a kihordott mennyiségével). A magasabb hőmérsékleten, többlépéses öblítéssel dolgozó műveleti oldatok lehetőséget nyújtanak erre (ld. a 3.5.9.2 és 3.5.9.3 pontot). A többlépéses, részben öblítővíz visszaforgatással kombinált öblítési rendszerek bevezetésével max. 90% -os szennyvíz csökkenés érhető el.

A 11. táblázat a különböző többlépcsős öblítési technikákkal elérhető kihordás visszanyerési arányokat mutatja, a referencia felületkezelő sorok megfelelő értékeit alapul véve. Megfelelő gyakorlat a két felületkezelési eljárásnál – közepes cianid-tartalmú tömeg horganyzás, függesztett fényes nikkelezés – az $R \geq 1000$ (ld. a 3.5.8 pontot és a 10. táblázatot, fent).

Háromlépcsős kaszkádöblítés (R=1000)				
párolgás/kihordás	3,0	1,0	0,3	0,1
visszanyerés	30 %	10 %	3 %	1 %
Háromlépcsős takaréköblítés (addig hagyják töményedni az oldatokat, amíg a harmadik öblítőkádban a koncentráció megegyezik egy R=1000 kaszkádöblítő harmadik kádjáéval, azaz $C_3=C_0/1000$)				
párolgás/kihordás	3,0	1,0	0,3	0,1
visszanyerés	30 %	10 %	3 %	1 %
kihordás/kádtérfogat		0,002	0,01	0,03
oldatcsere gyakorisága		53 óra	10,6 óra	3,6 óra
Kétlépcsős takaréköblítés + folyóvizes öblítés (a folyóvizes öblítőbe annyi vizet vezetnek, mint R=1000 esetében a háromlépcsős kaszkádöblítőbe)				
párolgás/kihordás	3,0	1,0	0,3	0,1
visszanyerés	30 %	10 %	3 %	1 %
kihordás/kádtérfogat		0,002	0,01	0,03
oldatcsere gyakorisága		53 óra	10,6 óra	3,6 óra
Kétlépcsős takaréköblítés + folyóvizes öblítés (a folyóvizes öblítő és egy ioncserélő között tízszer annyi víz kering, mint amennyit R=1000 esetében a háromlépcsős kaszkádöblítőnél felhasználtak)				
párolgás/kihordás	3,0	1,0	0,3	0,1
visszanyerés	100 %	22 %	6 %	2 %
kihordás/kádtérfogat		0,002	0,01	0,03
oldatcsere gyakorisága		190 óra	38 óra	13 óra

11. táblázat: Elérhető fémvisszanyerési arányok (a 6. ábra jelöléseivel: öblítési arány = R, párolgás = E = W_R , kihordás = D, visszanyerés % = $100 \cdot W_R/W$, a párolgás térfogatárama a kád felületétől és az oldat hőmérsékletétől, a kihordás térfogatárama a termelés mennyiségétől és a munkadarabok alakjától függ)

Vízta­karékosság szempontjából a háromlépcsős kaszkádöblítés a legkedvezőbb megoldás. A háromlépcsős takaréköblítéshez – ha gondosan ügyelünk, hogy megfelelő időben végezzük az oldatcsereket – már némileg több víz szükséges, míg a kettős takaréköblítő + folyóvizes öblítő még több vizet fogyaszt. Szintén **kedvező a kettős takaréköblítő + ioncserélőn keresztül keringetett folyóvizes öblítő**, ahol azonban figyelembe kell venni az ioncserélő eluálására, mosására felhasznált víz mennyiségét is (kb. a keringetett víz 5-10 %-a).

Fémvisszanyerés szempontjából a táblázatban szereplő első három megoldás között nincs különbség. Amennyiben azonban a harmadik öblítőbe lényegesen több vizet vezetünk (vagy ioncserélőn keresztül keringetjük), akkor az első két kádban sokkal ritkábban kell az oldatot cserélni, ezalatt magasabbak lesznek a koncentrációk és ezt a töményebb oldatot lehet visszatáplálni a műveleti kádba, tehát a kihordás nagyobb aránya nyerhető vissza.

Összesített ellenhatások az ismertett összes lehetőséghez Növekedhet az energia igény, párologtatás esetén (ld. 3.5.9).

Összesített üzemeltetési adatok az ismertett összes lehetőséghez Egy többlépéses öblítési rendszer részeként végzett szóróöblítés – különösen, ha a műveleti kád fölött történik – egyeshető a többlépéses öblítés csökkentett víz igényét a minimálisan nagyobb helyigénnyel. Tovább csökkenthető a vízfelhasználás.

Az ismertett összes lehetőség összesített alkalmazhatósága A legtöbb berendezés típushoz léteznek megfelelő lehetőségek és kombinációk. Néhány esetben ezt korlátozhatja az egy lépéses öblítési igény, ld. a 3.4.3 pontot.

A bomlástermékek feldúsulása – ami ronthatja az eljárás minőségét – valószínű, hacsak egyéb oldat karbantartási intézkedést nem tesznek, ld. 3.9 pontot.

Az ismertett összes lehetőség összesített gazdasági szempontjai Általában a többlépéses öblítési technikához nagyobb helyigény és magasabb beruházási költség társul (a kiegészítő kádak, a munkadarab mozgó berendezés és vezérlés többletköltségei). A vízfelhasználás csökkenése, az eljáráshoz alkalmazott vegyszerek visszanyerése és a kevesebb szennyvíz kibocsátás - ami kevesebb szennyvízkezelés és kezelő vegyszert igényel – csökkenti az összes költséget. A vegyianyag visszanyerés és a vízfelhasználás csökkenés gazdaságossága összehasonlítva a több öblítőkád, és a berendezés átépítése, stb. költségével, az ebben a fejezetben megadott, valamint a berendezésre vonatkozó specifikus adatok felhasználásával számolható. Egy példa üzem esetében elkerülhető volt szennyvízkezelő berendezés létesítése, bepárlással kombinált többlépéses, kaszkád öblítés alkalmazásával, ld. 3.5.9.3 pontot.

3.5.8.1 Többlépéses ellenáramú öblítő

Leírás Az ellenáramú öblítéssel elérhető R öblítési arány a következőképpen számolható:

$$R = C_o/C_n = (q^{(n+1)} - 1)/(q - 1)$$

ahol $q = W_D$ (elfolyó öblítővíz mennyisége)

C_o = a vegyianyag koncentrációja a műveleti oldatban

C_n = a vegyianyag koncentrációja az n -edik öblítő fázisban

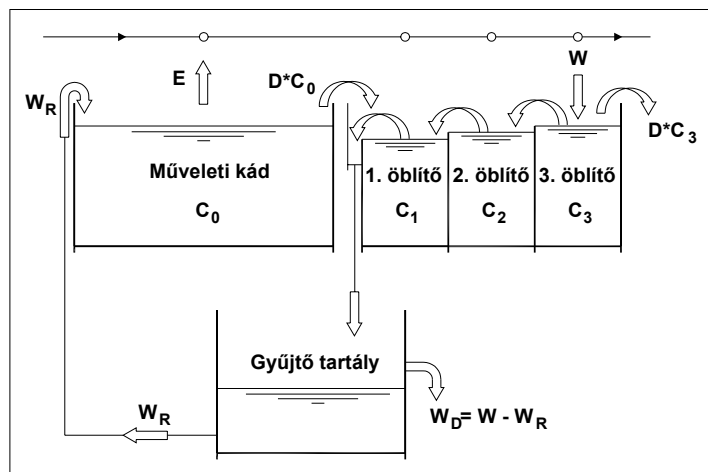
D = a kihordott folyadék mennyiség

n = az ellenáramú öblítők száma

R = öblítési arány

W = az R eléréséhez szükséges öblítővíz mennyiség, adott D mellett

Egy háromlépéses ellenáramú, visszatáplálással működő öblítő rendszer látható a 6. ábrán, lent.



6. ábra: Kihordás visszanyerése háromlépéses ellenáramú öblítővel

Azokban az esetekben, ahol $E \geq W$, a kihordás visszanyerési aránya közel 1 (100 %):

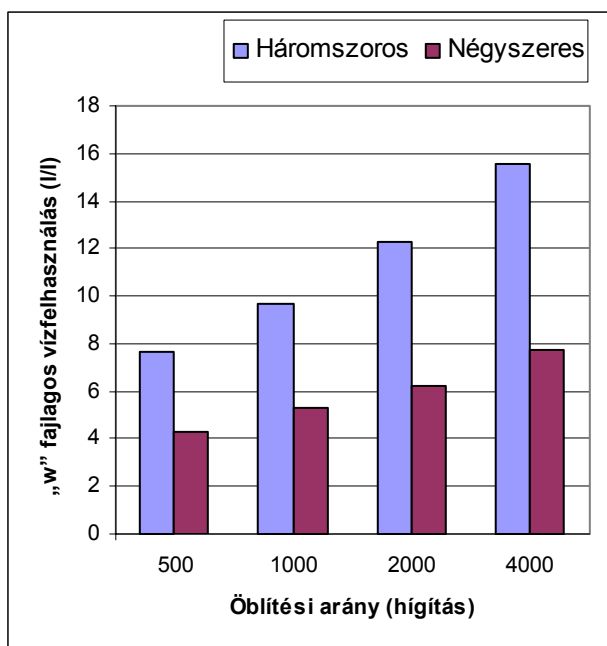
$$Rc_R = 1 - C_3/C_0$$

Azokban az esetekben, ahol $E = W_R < W$, a kihordás visszanyerési aránya az alábbira csökken

$$Rc_R = (1 - C_3) * W_R/W$$

- C_0 = a vegyianyag koncentrációja a műveleti oldatban
- C_3 = a vegyianyag koncentrációja a harmadik öblítő fázisban
- E = a párolgási veszteség
- Rc_R = a kihordás visszanyerési arány
- W = az öblítővíz mennyiség
- W_D = az elfolyó öblítővíz mennyisége
- W_R = a műveleti oldatba visszavezetett öblítővíz mennyiség

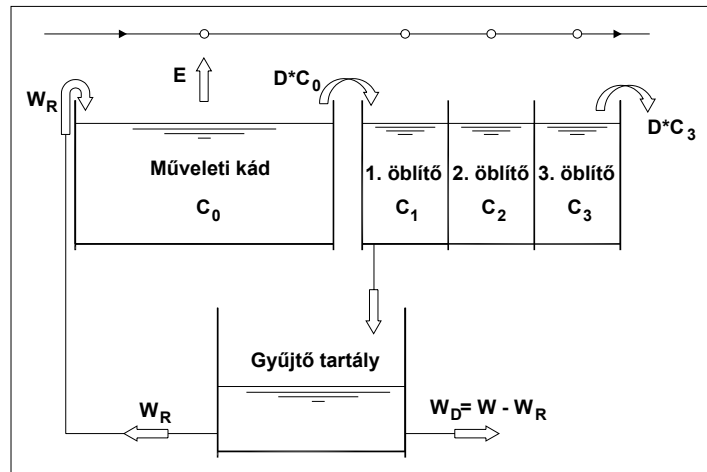
A 7. ábra a három- és négylépéses, ellenáramú öblítő fajlagos vízfelhasználását mutatja, liter/liter kihordott folyadék mennyiségben megadva.



7. ábra: A három-, és a négylépéses, ellenáramú öblítők „w” fajlagos vízfelhasználása

3.5.8.2 Többlépéses takaréköblítés

Leírás Többlépéses takaréköblítés - az ellenáramú folyóvizes öblítés helyett – vízfelhasználás csökkentést tesz lehetővé. A 8. ábra egy háromlépéses takaréköblítő rendszer kádjainak elrendezését és műveleti sorrendjét ábrázolja.



8. ábra: Kihordás visszanyerés háromlépéses takaréköblítő rendszerrel

Folyamatos be-, illetve túlfolyás helyett az 1. öblítőt csak akkor engedik a tároló kádba, ha C_3 már elérte az előírt értéket. A 2. kádból az öblítővizet az 1. kádba szivattyúzzák, míg a 3. kádból a 2. kádba. Miután a 3. kádat friss vízzel töltötték fel, az eljárás folytatódhat.

A műveleti oldatban lévő vegyszerek koncentrációja az 1, 2 és 3. kádban a következő egyenletekkel számolható:

$$C_{1n} = (1-q^n) * C_0$$

$$C_{2n} = \{1 - (1/2) * q^n + n * q^{(n+1)}\} * C_0$$

$$C_{3n} = \{1 - (1/2) * (n+1)(n+2) * q^n + n * (n+2) * q^{(n+1)} - (n/2)(n+1) * q^{(n+2)}\} * C_0$$

$$q = V / (V + D)$$

$C_{1,2,3n}$ = vegyszer koncentráció az 1., 2. és 3. öblítőkádban, n munkaciklus követően

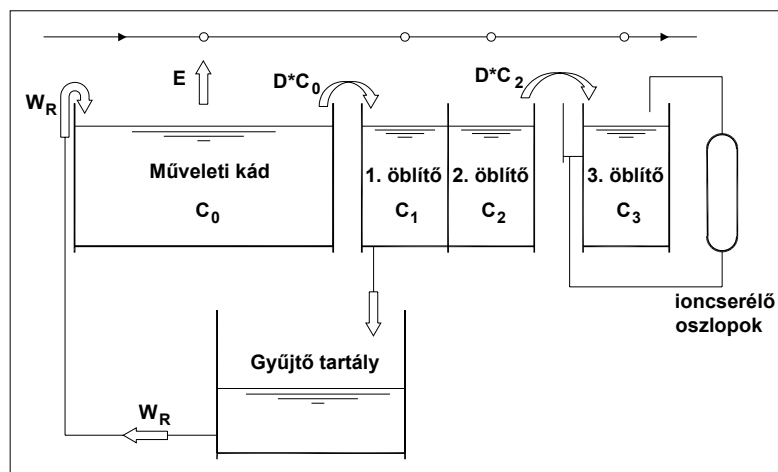
D = kihordás mennyisége

n = munkaciklusok száma az öblítőkben

V = víz térfogata öblítőkádanként

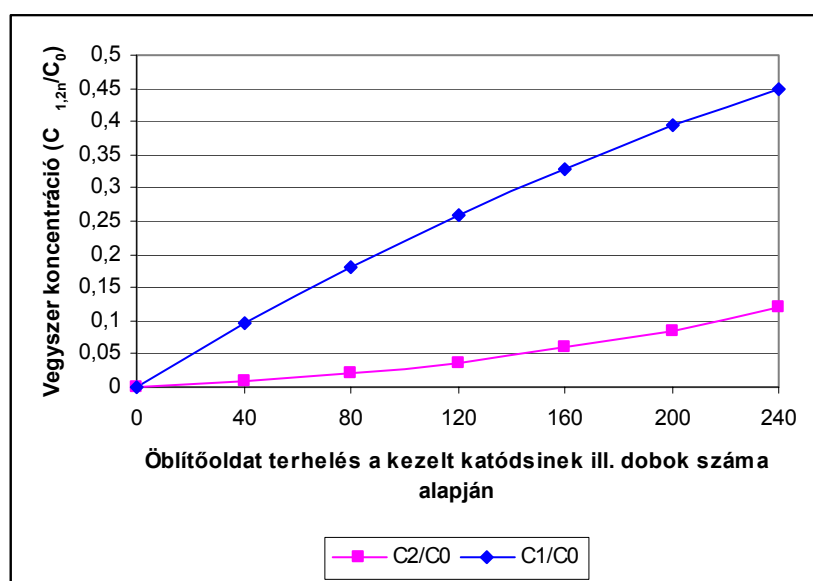
3.5.8.3 Kettős takaréköblítő + recirkuláltatott vízzel működtetett folyóvizes öblítő

Viszonylag nagy kihordási arány esetében még a háromlépéses ellenáramú vagy a takaréköblítő rendszerekkel sem nyerhető vissza a kihordás elfogadható mértékben. Egy módosított háromlépéses öblítő látható a 9. ábrán.



9. ábra: Kétlépéses takaréköblítő + egy lépéses, recirkuláltatott vízzel dolgozó folyóvizes öblítő, ioncserélőkkel (IEX) folyamatosan tisztítva

Leírás Az 1. öblítőt a felületkezelő sor üzemelési módjától függő időszakonként leengedik az alsó tárolótartályba. Az ismertetett utalásban ez 3 műszakonként vagy 240 leöblített dob után következik be (10. ábra).



10. ábra: A C₁ és C₂ vegyszer koncentráció növekedése a leöblített dobok számának függvényében

Ez a technika $C_2 \leq 0,2 * C_0$ koncentrációt enged meg, ami kb. $0,095 * C_0$ átlagértékkel egyezik meg, 0 –től kezdődően, $0,2 * C_0$ –al befejezve. A C_2/C_0 görbe alatti terület megegyezik az ioncserélőkre kerülő vegyszerterheléssel. A recirkuláltatott víz áramlási sebessége elég nagy legyen ahhoz, hogy az ionkoncentráció ne haladja meg a 2 mVal/liter értéket. A recirkuláltatott vízben történő utolsó öblítés elegendően jó R öblítési arányt eredményez, alacsony vízfelhasználás mellett.

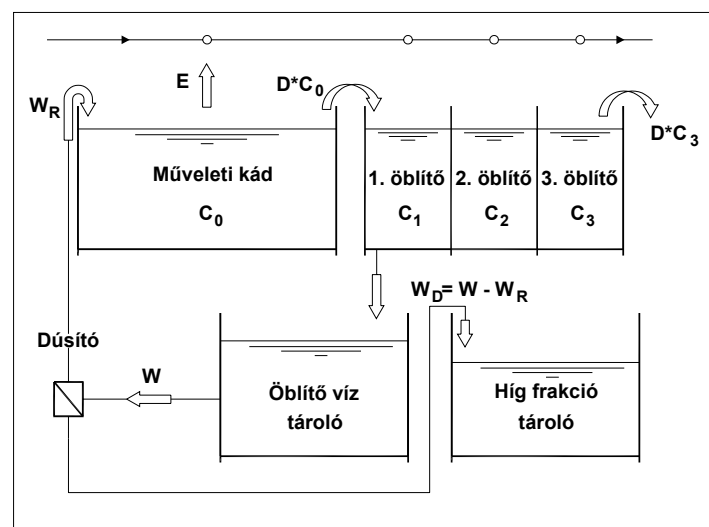
3.5.9 A kihordás visszanyerési arányának növelése

Ahol a megfelelő öblítéshez (a termék minősége érdekében) szükséges víz mennyisége meghaladja a párolgási veszteséget, és 90% -ot meghaladó visszanyerési arány kívánatos, a kihor-

dást visszanyerő rendszerben a víz mennyiséget csökkenteni kell. Az erre a célra alkalmazott technikák a következők, pl.:

- a rendszer kiegészítése „öko” öblítőkáddal
- bepárlás belső energia többlet felhasználásával (az oldatot egyébként hűteni kellene)
- bepárlás kiegészítő energia (és néhány esetben, alacsony nyomás) alkalmazásával
- elektrodialízis
- fordított ozmózis

Az öblítővíz és vegyszer újrahasznosításának elve a 11. ábrán látható. A koncentrátumot a műveleti oldat pótlásához használják, míg a kondenzátum öblítővízként hasznosítható újra.



11. ábra: Öblítővíz és vegyszer visszanyerés töményítéssel

Elért környezeti előnyök 90% feletti visszanyerési arány érhető el, és a zero szennyvíz kibocsátású rendszerekhez alkalmazhatók.

Ellenhatások Ld. az összesített alkalmazhatóságot, a 3.5.8 pontban.

Üzemeltetési adatok Ld. az egyes technikákat, alább.

Alkalmazhatóság Az „öko” öblítőkáddal kiegészítés további helyet igényel a műveleti sorban. A másik négy technika további energiát igényel, ami plusz költséget jelent, de ellensúlyozható hűtési energiaként és kihordás visszanyeréssel. Az öblítővíz vegyszer tartalma ugyancsak kihat a megfelelő választásra.

Gazdasági szempontok Ld. az összesített alkalmazhatóságot, 3.5.8 pont. A technika beruházási és üzemeltetési költségét ellensúlyozhatja a műveleti vegyszerek nagyobb mértékű visszanyerése, ami meghaladhatja a 95% -ot. Ezek a technikák a szennyvízkezelő berendezésnél is csökkenthetik az üzemeltetési és a beruházási költségeket. A többlet lépés a berendezés kapacitásának csökkenését okozhatja.

Megvalósítást ösztönző tényezők Ld. összesített Gazdasági szempontok, 3.5.8 pont.

3.5.9.1 Kiegészítés „öko” öblítőkáddal

Leírás Egy „öko” kád működésének leírása a 3.5.3 pontban található. Egy „öko” kád hozzáadása a visszanyerési arányt 50% fölé emeli. Ez egyedül a kihordást 50% -kal csökkenti; az összesített visszanyerési arány úgy számolható, hogy ehhez az 50 %-hoz hozzáadjuk a 11. táblázatban megadott értékek 50% -át, pl. háromlépéses takaréköblítő, tömeggalvanizálásnál:

$$R_{CR} \text{ összes} = 50\% + 0,5(40)\% = 70\%,$$

ez 75% -os növekedésnek és >20% öblítővíz csökkenésnek felel meg.

Elért környezeti előnyök A módszer akkor vehető figyelembe, ha más alternatíva nem alkalmazható, vagy többlépéses öblítés egyik lépéseként.

Üzemeltetési adatok Nagyobb helyigény szükséges a műveleti sor számára, továbbá az automata sor programozásánál is többletmunkát igényel.

Alkalmazhatóság A galvánfürdők vegyszer felhasználásának minimalizálásához alkalmazható, ahol a fém- és más ionok koncentrációját sóadagolással kell megnövelni az előírt érték betartásához. Néhány eljárásnál az előöblítés problémát okozhat, pl. fröccsöntvények rezezésénél, ahol az előöblítés tapadási problémákat okozhat kicementálódás miatt. Az „öko” kádban végzett előöblítésnél a szilárd szemcsék durvaságot okozhatnak a következő rétegeknél.

3.5.9.2 Bepárlás plusz belső energia felhasználásával

Leírás Ebben az esetben a bepárlás az eljárásban az oldat rossz áramkihasználása miatt keletkező plusz hőenergia felhasználásával érhető el. A bepárláshoz szükséges energia mennyiség megközelítőleg annak az energiának felel meg, ami a műveleti kádban hőenergiaként felszabadul, ezáltal a rendszer energetikailag önellátó.

Elért környezeti előnyök A kihordás magas visszanyerési aránya. A zéró kibocsátású rendszerek része lehet speciális műveleti lépések esetében.

Ellenhatások Néhány művelet során magas üzemelési hőmérsékleten agresszív gőzök keletkezhetnek. A gőzök eltávolítása a folyamatból a bepárlás része. Az elszívott levegő léghőszívást igényelhet. A léghőszívó folyamatok a normál szennyvízkezelő berendezésekben kezelhetők.

Üzemeltetési adatok A bepárlás legkönnyebben az emelt hőmérsékleten dolgozó műveleteknél alkalmazható, különösen a króm elektrolitoknál. Többlépéses öblítési technológiával (a gyakorlatban max. 5 öblítő fázis) összekapcsolva, a folyamat csaknem szennyvízmentessé tehető. Króm(VI)tartalmú fürdőben krómozásnál a fürdőből az öblítőbe kihordott krómsav gyakorlatilag teljes mértékben visszanyerhető. A léghőszívás és az elektrolit regenerálás miatt várható minimális krómsav veszteség. A bomlástermékek dúsulnak, ezért kiegészítő fürdő karbantartásra is szükség van.

Alkalmazhatóság Az összes műveleti oldat, különösen a rossz áramkihasználásúak, ahol a műveleti oldat melegszik és gyakran párologtatással hűtik (ld. 3.3.4 pontot). Alkalmazható még magas reakcióhőjű kémiai kezelés (pl. maratás) esetében is. Az időjárási körülmények is hatással lehetnek az alkalmazhatóságra.

Gazdasági szempontok Nincs szükség beruházásra.

3.5.9.3 Bepárlás kiegészítő energiával

Leírás Elektrokémiai berendezéseknél bepárlókat alkalmaznak az öblítővíz töményítéséhez, amit aztán visszatáplálnak a műveleti kádba. Az iparban alkalmazott bepárlók rendszerint 20 – 200 °C közötti hőmérsékleten és 0,1 – 1 bar közötti nyomáson üzemelnek. A galvánüzemekben alkalmazott bepárlók rendszerint energia visszanyerővel vannak ellátva (vákuum bepárlók, gőz lecsapással és hőszivattyúval), és kb. 150 – 200 kWh szükséges 1 m³ víz elpárologtatásához. A bepárlók működési elve megközelítőleg azonos, univerzálisan alkalmazhatók a gyakorlatban, mivel működésük a művelet feltételeitől függetlenül állítható be.

Ellenhatások 150 – 200 kWh/m³ víz többlet energia használandó fel a bepárlókban, hőbevitelként vagy nyomás csökkentésként.

A szennyezett vízcseppek levegőbe kerülésének megakadályozásához a bepárló kád felszerelhető aeroszol leválasztóval a kimeneti oldalon. A bepárló kád működése függ a levegő hőmérsékletétől és nedvességétől, amelyek évszakonként jelentősen eltérőek lehetnek.

Üzemeltetési adatok Ha a híg elektrolitokat a víz normál forráspontján párolják be, az elektrolitok szerves adalékai elbomolhatnak. Ezért vákuum bepárló rendszereket fejlesztettek ki, amelyek sokkal alacsonyabb nyomáson és hőmérsékleten üzemelnek. Az ilyen rendszerekben a szerkezeti anyagokkal szemben támasztott magas követelmények miatt drágábbak, mint az egyszerűbb rendszerek.

Alkalmazhatóság Az összes hőstabil műveleti oldat.

A technika bevezetése előtt, a beruházás eredményessége érdekében a műveleti oldatban lévő összes vegyszert le kell ellenőrizni, alkalmazhatók-e dúsításukhoz bepárló rendszerek.

A króm elektrolitok bepárlásán túl, ugyancsak alkalmazhatók bepárlók a savas vagy cianidos horgany, a nikkell és a kadmium galvanizálásból származó öblítővizek dúsításához. A horganyfürdők habzásra hajlamosak, ami további kezelést igényel.

A bepárlókat egyre nagyobb mértékben alkalmazzák a műveleti vegyszerek öblítővizekből az elektrolitokba visszatáplálására. Megvalósítható az anyagok felhasználási ciklusának teljes zárása, bepárló segítségével, lehetővé téve az öblítővíz teljes visszatáplálását bizonyos műveleti fázisokban.

Gazdasági szempontok Jelentkezik a bepárló (vákuummal vagy anélkül) beruházási költsége, rendszerint egy tároló káddal. Ehhez jönnek még az energia költségek, amelyek forró oldatok esetében nagyon csekélyek lehetnek. Költség megtakarítás származik a visszanyert anyagokból, a kisebb szennyvíz kezelőszervek igényéből, és néhány esetben a szennyvízkezelő berendezés kisebb beruházási költségéből.

3.6 Alapanyag felhasználás optimalizálása

A felhasznált vegyszerek koncentrációjának ellenőrzése

Leírás A műveleti oldatok egyre hatástalanabbá válnak, amikor bizonyos vegyszerek koncentrációja az előírt érték alá csökken. Az elfogyott vegyszerek pótlásával az oldat élettartama megnyújtható. Gyakran alkalmaznak SPC-t (statistikus folyamat ellenőrzést). Kulcsprobléma marad, hogy néhány kezelő hajlamos több vegyszert pótolni a szükségesnél. Ha lehetséges, alkalmazzon automata adagolót a pontosság és megbízhatóság érdekében, ami rendszeres

pótlást tesz lehetővé és megelőzi a koncentráció ingadozásokat. Ez vezérelhető idő, hőmérséklet, átfolyási sebesség vagy egyéb paraméter alapján, mint pl. pH vagy Rx, stb.

A szállítók és / vagy vállalton belüli szakemberek optimalizálhatják a meglévő folyamatokat a vegyszerek koncentrációjának csökkentéséhez, különösen azokat, amelyek jelentős hatással vannak a környezetre vagy az egészségre.

Két eset között kell különbséget tenni:

Fémek Az anódból beoldódó és a katódon leváló fémionok egyensúlya a galvanizálás során elméletileg konstans, a gyakorlatban azonban ez általában nem igaz, ld. 3.7 pontot. A kémiai fémleválasztásnál vagy inert anódok alkalmazásakor a fémionokat a leválasztási sebességüknek és kihordásuknak megfelelően pótolni kell.

Műveleti vegyszerek A műveleti oldatban lévő egyéb vegyszerek – pl. savak, lúgok, sók, fényesítő adalékok, vagy puffer anyagok – koncentrációja az elektrolit kihordásával, illetve bomlás révén a folyamat során csökken.

Az adalékok aktuális koncentrációja általában egyszerű analitikai módszerekkel számszerűen nem határozható meg. Gyakorlati vizsgálati módszerekkel – Hull-cella, szögkatód stb.- azonban következtetni lehet az adalékok hiányára illetve a túladagolás mértékére. A próbagalvanizálás alapján a pótlás mértéke meghatározható. Az adott technológiát kidolgozó és szállító cégek általában részletes útmutatót adnak a gyakorlati vizsgálatok elvégzésére.

Elért környezeti előnyök Az oldatok élettartamának meghosszabbítása.

Az ellenőrizetlen adagolásból származó vegyszer túlfogyasztás csökkenése.

Üzemeltetési adatok A műveleti oldatok lényeges komponenseinek mérése szükséges a fogyás, bomlási sebesség és elvégzett pótlások megfigyeléséhez. A műveleti oldatok egyes komponenseinek fogyása nem egyenletes. A nagyobb fogyású komponenseket külön kell pótolni. Problémás lehet a komponensek pótlása, amikor az anyag egyes komponensei nem ismertek a kezelő számára, illetve nem mindig állnak rendelkezésre a piacon. A vegyszer szállítók tanácsaikkal segíthetnek a paraméterek ellenőrzésében és pótláshoz koncentrátumok biztosításával. A pótlást tapasztalati úton (üzemeltetési gyakorlat alapján) kell meghatározni, és gyakran csak nehezen automatizálható.

Alkalmazhatóság Az összes műveleti oldat.

A műveleti vegyszerek pótlása az előírt koncentrációra általános technológia, és a gyakorlatban mindenütt megtalálható.

Gazdaságosság Meghosszabbítja a legtöbb műveleti oldat élettartamát.

Javítja a folyamat minőségét és állandóságát.

Megvalósítást ösztönző tényezők Ld. gazdaságosság, fent. Gyakran megkövetelik a vevők.

3.7 Elektród technika

3.7.1 Az elektródok különböző áramkihasználása

Leírás Az elektrolitikus fémleválasztás elve röviden az, hogy az oldatban a fémionok koncentrációja állandó marad, mert a fémánód oldódása, és a fém leválása a katódon ugyanolyan sebességgel meg végbe. Azonban, a valóságban általában az elektródok hatásfoka eltérő az anódon és a katódnál. A magasabb anódos áramkihasználás a fémionok koncentrációjának

növekedéséhez vezet. Ez következik be bizonyos elektrolitoknál, pl. a nikkel- és horganyfürdők egy részénél.

Különböző lehetőség állnak rendelkezésre a probléma kezeléséhez, amelyek alkalmazhatók egyedül, illetve együtt. A problémák az Alkalmazhatóság c. pontban kerülnek tárgyalásra:

- ahol a technológia megengedi, használjanak oldhatatlan anódokat, a fém kádon kívüli beoldásával, az oldat összetétel ellenőrzése mellett
- cserélje le az oldódó anódok egy részét membrán anódokra, külön áramkörrel üzemeltetve (Magyarországon jelenleg nem használják)
- ha egy bizonyos áramsűrűsége a katódos áramkihasználás jelentősen meghaladja az anódot, „járassa ki” az oldatot acéllemez anódokat használva (elsősorban lúgos oldatoknál használható)
- távolítson el az anódok közül néhányat, hogy az anódos áramsűrűség növekedtével az anódos áramkihasználás csökkenjen.

Elért környezeti előnyök Az energia felhasználás és az öblítőbe kihordott fém veszteség minimalizálása.

Az előírt vastagság fölé galvanizálás csökkenése.

A túl vastag bevonat leválasztása miatti problémákból származó újragalvanizálás környezeti hatásainak csökkenése.

Ellenhatások További berendezés szükséges, ahol külső beoldó kádat és/vagy külön szabályozott további áramköröket alkalmaznak.

Üzemeltetési adatok Az összes technika javíthatja a folyamatszabályozást, de ld. az Alkalmazhatóság c. pontot. Külső beoldó kádak vagy folyamat módosítások alkalmazása nagyobb fokú folyamat minőség ellenőrzést és karbantartást követelnek meg.

Alkalmazhatóság Sok elektrolitikus eljárás, beleértve a horganyzást, üzemeltethető *oldhatatlan anódokkal* és külső beoldó kádakkal, vagy külön oldat hozzáadással. Egy inert anódszisztem, külső beoldó káddal, további beruházást igényel. A kijáratással nem nyerik vissza az anód fémét. Az anódok eltávolítása csökkenti az áramsűrűséget és ezért a teljesítményt is, mivel hosszabb idő szükséges a műveleti oldat fémtartalmának csökkentéséhez. A munkadarabokra vonatkozó előírások helyes kiegyensúlyozása (azaz a vastagabb és vékonyabb bevonat vastagsági követelmények kombinálása) lehet, hogy nem esik egybe a feleslegben lévő beoldott fém eltávolításának szükségességével, különösen bérgalván üzemek esetében. A nagyobb rétegvastagságot igénylő munkadarabok galvanizálása és a „kijáratás” acéllemezre oldható anódokkal folyik. Az áramkihasználás ekkor túl magas lehet. A gyakorlatban a nikkelezéshez nem használhatók oldhatatlan anódok.

Anódok eltávolítása: az anódos áramsűrűség jelentősen nőhet. Ez anód passzivitáshoz és/vagy a műveleti oldat komponenseinek nagyobb fokú elektrolitikus bomlásához vezethet.

Az alacsony áramsűrűsége végzett *szelektív tisztítással* eltávolíthatók a nem kívánt fém-szennyezők, pl. amelyek a nikkelfürdőbe az oldódó nikkeltől kerülhetnek.

Gazdaságosság A külső beoldó káddal működő inert anód alkalmazása rendszerint önffinanszírozó, az anyag megtakarítások és a jobb folyamat minőség következtében. Rövidtávon más lehetőségek olcsóbbak, azonban több minőségi problémával (és emiatt költséggel) járhatnak, mint amit megoldanak.

Megvalósítást ösztönző tényezők A folyamat gazdaságossága.

A folyamat hosszú idejű stabilitása és az újragalvanizálás csökkenése.

3.7.2 Az elektródok polaritás váltása

Leírás Az elektrolitikus zsírtalanításnál és az elektrolitikus pácolásnál változtatják meg rendszeresen az elektródok polarizációját.

Elért környezeti előnyök A galvanizálás során a selejt és ezzel együtt az alapanyag felhasználás csökken.

Ellenhatások Nincsenek.

Alkalmazhatóság Új és meglévő berendezések.

Megvalósítást ösztönző tényezők Eljárás határfoka és termék minőség.

3.8 Helyettesítés – alapanyagok és eljárások választéka

Általános leírás A felületkezeléshez nagyszámú vegyszert és sokféle eljárást alkalmaznak. Az irányelv előírja a kevésbé veszélyes anyagok alkalmazását. Azonban, más környezeti előnyök is elérhetők, vagy a kevésbé veszélyes anyagok alkalmazásával összefüggésben, vagy pedig egyéb előnyökért. Példák, amikor egynél több környezeti előny érvényesül:

- a biológiai zsírtalanításhoz kevésbé ártalmas vegyszereket alkalmaznak, kevesebb hulladék keletkezik és kevesebb energia szükséges hozzá, a cianidos horganyzást helyettesítő savas és a lúgos, cianid-mentes horganyzás energia kihasználása is jobb.

A helyettesítés megvalósítható:

- egy anyag közvetlenül egy másik, kevésbé veszélyes anyaggal helyettesítve. Például az EDTA vagy NTA helyettesítése glükonsav származékokkal. A felületkezelésben erre csupán korlátozott lehetőség van
- különböző elektrolitok vagy eljárások helyettesítése. Ezt akkor alkalmazzák, amikor nem lehet közvetlenül helyettesíteni, pl. a cianidos horganyfürdőt cianid-mentes, lúgos vagy savas oldattal. A különböző összetételű galvanfürdők különböző tulajdonságú bevonatot eredményeznek, még azonos bevonófém esetében is
- különböző felületkezelési eljárások helyettesítése, pl. az autokatalitikus nikkelezés, vagy krómbevonat gőz fázisból leválasztása műszaki krómozáshoz. Ha az eredeti felületkezelő eljárást sikerül helyettesíteni, a végső tulajdonságok eltérőek lehetnek.

Néhány kulcsfontosságú téma vegyszer szempontból kerül megtárgyalásra, pl. króm(VI)-alapú eljárások, a lehetőségek kiterjednek a vegyszerek és a műveletek helyettesítésére. Egyéb témákat pedig eljárás típus alapján tárgyalunk, pl. zsírtalanításként.

Elért összesített környezeti előnyök A veszélyes anyagok alkalmazásának, és következésképpen a környezetbe kerülő vegyszer mennyiség csökkenése. Egyéb javulás a környezeti hatásokban, pl. energia megtakarítás, kevesebb hulladék keletkezése, kevesebb zaj vagy por kibocsátása, stb.

Összesített ellenhatások Ezek a hatások függenek az egyes változatok tulajdonságaitól. Néhány esetben megnő az energia igény (fémgőzöléses technika), megnő a keletkező hulladékok mennyisége (savas horgany), vagy nagyobb lesz a víz és az alapanyag felhasználás.

Ha nem felelnek meg az előírásoknak (ld. Összesített alkalmazhatóság, lent), az több selejthez és újragalvanizáláshoz, ennek következtében károsabb környezeti hatásokhoz vezet.

Összesített alkalmazhatóság Helyettesítéskor minden esetben nagyon fontos a változások megtárgyalása a vevőkkel. Bevált gyakorlat, hogy nem változtatnak meg semmit az előírt végső üzemeltetési paraméterek tökéletes ismerete nélkül. Ha nem felelnek meg ezeknek a jellemzőknek, különösen figyelmeztetés nélkül, az a vevő bizalmának elvesztéséhez és több selejthez vezethet. Az eljárás előírásoknak megfelelő működtetése érdekében, tanácsos mind a kezelő, mind pedig a vevő részéről a minőség és a folyamat ellenőrzése, illetve az azokra vonatkozó információk cseréje, hogy megfelelnek-e az előírásoknak

Gazdasági szempontok Ez esetenként eltérő. Néhány esetben az energia megtakarítás a gazdaságilag ösztönző tényező, stb.

Megvalósítást ösztönző tényezők Az alkalmazottak egészsége és biztonsága a fő hajtóereje a kevésbé ártalmas anyagok használatának, pl. króm(VI)vegyületek helyettesítése. A helyettesítések lehetnek költség-hatékonyak.

3.8.1 EDTA és egyéb erős komplexképző (kelátképző) helyettesítése

Leírás A kelátképzőket széles körben alkalmazzák, mint pl. az nyhl (nyomtatott huzalozású lapok) gyártásnál használt zsirtalanítóként és maratószerként. Ezek gyengébb és biológiailag lebontató egyéb termékekkel helyettesíthetők, pl. glükonsav alapúakkal.

A nagy leválasztási sebességű kémiai rézfürdőkben általában EDTA-t alkalmaznak. A lassú kémiai rézfürdőkben gyengébb komplexképzők használhatók. (pl. tartarátok). A direktgalvanizáló eljárásokkal a kémiai rezezőfürdők teljesen kiküszöbölhetők.

A 25/2003. (XII. 30.) KvVM rendelet előírja, hogy a zsirtalanító-, a fémleoldó- és a nikkelező oldatokból származó szennyvíz EDTA-t nem tartalmazhat, valamint a kémiai rezező oldatokból és öblítővizeikből az EDTA-t vissza kell nyerni.

Elért környezeti előnyök A fémek oldhatóságának csökkenése a szennyvízkezelő és a környezeti rendszerekben

Alkalmazhatóság A nagy-megbízhatóságú termékek gyártásánál megkövetelhetik a kémiai rezezés alkalmazását.

3.8.2 Mérgező felületaktív anyagok helyettesítése és csökkentése

Leírás Két problémás vegyianyag család létezik, amelyek mérgezőek és biológiai úton felhalmozódnak:

- az NPE (nonil-fenol-etoxilát) és a nonil-fenol, ezek ún. OSPAR (az esetleg érintett anyagok listája) vegyületek és fémmegmunkálásnál a 43/2004. (IV. 26.) ESZCSM–KvVM együttes rendelet szerint tiltott a használatuk, kivéve, ahol a mosófolyadékot visszaforgatják vagy elégetik.
- a PFOS-t (perfluorooktán-szulfonát) széles körben alkalmazzák habzágátlóként és felületaktív anyagként, főként a krómsavas krómfürdőkhöz és a lúgos, cianid-mentes fürdőkhöz, az aeroszol képződés megakadályozására. Azonban jelenleg vizsgálat alatt áll, hogy perzisztens (nem bomlik le), biológiai úton felhalmozódik és mérgező.

Jelenleg nincs helyettesítő anyag a PFOS-hez a krómozásnál, krómsavas anódizálásnál és pácolásnál, az oxidálószerekkel szembeni erős ellenállóképessége miatt.

Elért környezeti előnyök A kevésbé ártalmas anyagokkal vagy eljárásokkal történő helyettesítés csökkenti a környezetre és az egészségre kifejtett hatásokat.

Ellenhatások A króm(VI)vegyületek és egyéb légszennyezők nagyobb mértékű eltávolítása, alkalmazásuk megszüntetése következtében, további levegőtisztítást és kezelést igényelhet.

Üzemeltetési adatok

Azokban az esetekben, ahol PFOS-t használnak, mint pl. a krómsavas krómozásnál, egyéb intézkedést lehet tenni annak megakadályozására, hogy a króm(VI)tartalom elérje a munkahelyi légtérben előírt határértéket, pl. fedél alkalmazásával a kádon, újratervezett és/vagy felújított elszívás.

Ha PFOS-t kell alkalmazni, akkor legjobb, ha zárt rendszerben használja. A krómsav alapú krómozás működtethető ilyen alapon.

Más módon, pl. a kihordás csökkentéssel és/vagy megfelelő öblítéstechnikával elérhető, hogy a PFOS a műveleti kádakból ne távozzon, ld. 3.4 és 3.5 pontot.

Alkalmazhatóság A króm(VI)-alapú galvanizálás végezhető zárt rendszerben. Más eljárások kihordás csökkentési és öblítés technikákat hasznosíthatnak.

Gazdasági szempontok A kiegészítő légtisztító berendezés költsége.

Megvalósítást ösztönző tényezők Munka- és egészségvédelmi előírások. NPE esetében tiltás.

3.8.3 Cianidok helyettesítése – áttekintés

Összesített leírás A cianidvegyületeket széles körben alkalmazzák, sok elektrolitikus eljárás-hoz, pl. horganyzásnál, rezezésnél, kadmiumozásnál, ezüstözésnél és aranyozásnál. Ugyancsak elterjedt más felületkezelő eljárások esetében, pl. zsírtalanításnál és nikkeltárolásnál. A cianidok helyettesítésével működő eljárások az alábbiakban kerülnek tárgyalásra.

Összesített elért környezeti előnyök

A cianidok használatának és kibocsátásának csökkenése.

AOX (adszorbeálható szerves halogenidek) fejlődhetnek a cianidionok kémiai oxidációjakor a nátrium-hipokloritos és a klóros szennyvízkezelésnél.

A cianidos elektrokémiai fürdők áramkihasználása alacsony (70-85 % -os határfok), a savas horganyzással összehasonlítva.

A vas- és acél munkadarabokhoz használható cianid-mentes rézfürdők foszfonát komplexképzőket tartalmaznak, amelyek csak mérsékelt lecsapással távolíthatók el. Ez a cianidos galvanizálással összehasonlítva több hulladékhoz vezet.

Ellenhatások A cianid-mentes rezezéshez kétszer annyi áram szükséges, mint a cianidoshoz, mivel a réz oxidációfoka kétszer annyi a cianid-mentes oldatban.

Üzemeltetési adatok A cianid-mentes oldatok működtetése és kezelése egyszerű.

Alkalmazhatóság A cianidoknak nincs sikeres helyettesítője (vegyianyag vagy eljárás) olyan alapfémek esetében, mint pl. cink fröccöntvény, magnézium öntvény, stb. A cink fröccöntvény munkadarabokat széles körben elterjedten használják fürdőszobai szerelvényekhez, bútorokhoz, autóiipari és távközlési eszközökhöz. Stabilan üzemelő helyettesítő eljárás nem ismert, sorozatban gyártó, nagy kapacitású sorok esetében.

A cianidvegyületek helyettesítésére ható egyéb tényezők:

- a cianid-mentes elektrolitikus zsírtalanító elektrolit gyengébb zsírtalanító hatású (a cianidos galvanizáló oldatok önmagukban is kiváló tisztító hatásúak, és elviselik a nem egyenletesen előtisztított munkadarabokat)
- nagyobb fokú karbantartás és szakértelem szükséges a helyettesítő eljárásokhoz (fürdő ellenőrzés, fürdőanalízis, stb.)
- a bevonat tulajdonságainak megváltozása

Gazdasági szempontok A cianid-mentes rendszerek üzemeltetése költségesebb lehet. Azonban, a magasabb költséget ellensúlyozhatja az olcsóbb és kevesebb szennyvízkezelés.

Megvalósítást ösztönző tényezők

- Kisebb egészségi és biztonsági veszély.
- Általános ellenérvzés a cianidok használatával szemben.
- Jobb megfelelés a környezeti minőségi szabványoknak.
- Környezeti balesetek kisebb veszélye.

3.8.4 Horganyzás

A horganyzás volt a cianidok egyik fő alkalmazási területe az iparágban.

3.8.4.1 Lúgos, cianidos horganyzás

Elért környezeti előnyök A cianidion könnyen oxidálható a szennyvízkezelő berendezésekben.

Ellenhatások

- Szennyvízkezelést igényel.
- Légtisztításra lehet szükség.
- Gyenge, kb. 50% -os áramkihasználás, ami az áramsűrűség növelésével csökken.

Üzemeltetési adatok

- Nem szükséges alapos előkezelés, a fürdő tisztító hatása miatt.
- Könnyű üzemeltetni és karbantartani.
- Fényesítőadalék igénye kisebb.
- Tömeggalvanizáláshoz kiválóan megfelel.
- Egyenletes rétegvastagságot biztosít függesztett- és tömegáru esetében egyaránt, jól beszór a furatokba és üregekbe.

Alkalmazhatóság A bevonat rugalmas, a fürdő szóróképesége jó.

3.8.4.2 Lúgos, cianid-mentes horganyzás

Elért környezeti előnyök

- Nem kell hozzá cianidion.
- Kisebb szennyvízkezelési igény.

Ellenhatások Az oldhatatlan anódok miatt nagyobb a feszültség igénye, gyengébb (50-70 % -os) az áramkihasználása, ami az áramsűrűség növelésével csökken, az eljárás energiaigénye a többi horganyzásénak legalább kétszerese. A kálium alapú elektrolitok hatásfoka 70 % -ra

növelhető. 70-85 % áramkihasználást értek el 2 A/dm^2 -en a megfelelően kézbentartott eljárásoknál.

A savas horganyzással összehasonlítva az áramkihasználása gyengébb, és nagyobb (megközelítőleg kétszer akkora) kapacitású berendezés szükséges hozzá.

A lúgos horganyzás nagyobb mértékű légelszívást igényel, mint a többi horganyzás. Ez nedvesítőszer alkalmazásával optimalizálható, amelyek a fürdő felszínén habot alakítanak ki, habár a nedvesítőszer PFOS tartalmú lehet. További lehetőség a kád lefedése ott, ahol a horganyt kémiai úton oldják be egy külső kádban.

Üzemeltetési adatok

- A fürdő előtt jól működő zsírtalanító rendszernek kell elhelyezkedni.
- Gyakorlott folyamat ellenőrzést és irányítást igényel.
- A bevonat vastagsága egyenletesebb, mint a cianidos eljárásban leválasztotté.

Alkalmazhatóság Jobb fémeloszlás, mint a cianidos eljárások esetében.

3.8.4.3 Savas horganyzás

Elért környezeti előnyök

- Magas áramkihasználás, megközelíti a 95 % -ot.
- Nem használnak hozzá cianid-vegyületeket.
- Kisebb szennyvízkezelési igény.
- Nincs speciális előírás a légelszívásra vonatkozóan.

Ellenhatások

- Több iszap keletkezik, az acél munkadarabok beoldódása és az oldható anódok használata miatt.
- Szükség lehet a savas aeroszol elszívására, de kloridos oldatok esetében nem szükséges, csak javasolt a légelszívás.

Üzemeltetési adatok

- A fürdő előtt jól működő zsírtalanító rendszer kell.
- Gyakorlott folyamat ellenőrzést és irányítást igényel.
- Oldódó és oldhatatlan anódok használhatók a csak oldódóak helyett, ami jobb minőség szabályozást eredményez, ld. 3.7 pontot .

Alkalmazhatóság A fém eloszlás nem egyenletes, az elektrolit melegítésével javítható (a technológiai leírásban megengedett tartományon belül).

Gazdasági szempontok Nagy megtakarítás az energia felhasználásban

3.8.5 Egyéb cianidos oldatok

Galván folyamat	Eljárás vagy vegyszer	Megjegyzés
Előkészítés	2. Cianidos zsírtalanítás	3. Elavultnak tartják
Rezezés	4. Cianidos rezezés	5. A cianidos réz fürdő az acél és cink fröccsöntvények előrezezéséhez, és bizonyos tömeggalvanizáláshoz szükséges.
	6. Savas rezezés	A savas rezezés Németországban elterjedt alternatív eljárás.
	7. Pirofoszfátos rezezés	A pirofoszfátos rezezés alkalmazási területe szűk.
	8. Sárgarezezés	Sárgarézt és bronz bevonat leválasztásánál a cianidos oldatoknak nincs alternatívája.
	9. Bronzbevonat leválasztása	
Horganyzás	10. Lúgos, cianidos horganyzás	Ld. 3.8.4 pontot.
	11. Lúgos, cianid-mentes horganyzás	
	12. Savas horganyzás	
	13. Cink ötvözet bevonatok elektrokémiai leválasztása	
Kadmiumozás	14. Az elektrolitok lehetnek cianidosak, fluoroborátosak, vagy kloridosak. A legtöbb alkalmazási területen elfogadható alternatívát fejlesztettek ki. A savas horganyzás csökkenti a hidrogénridegedés veszélyét. Az ónbevonat helyettesíti a kadmiumot, és kicsi, stabil súrlódási együtthatót eredményez a csatoknál. A mechanikai horganyzás és a cink/alumínium pikkely bevonatok ugyancsak életképes alternatívák a nagyszilárdságú acélok védelméhez.	
Nemesfémek	15. Ezüstözés	Általában cianidos oldatokat használnak
	16. Aranyozás	Általában cianidos oldatokat használnak

12. táblázat: Cianidos műveleti oldatok

3.8.6 Króm(VI)vegyületek helyettesítése és minimalizálása

Bevezetés A felületkezeléshez gyakran használnak króm(VI)vegyületeket, pl. krómsavat. A legfontosabb alkalmazási területek a következők:

- dekoratív krómozás,
- keménykrómozás,
- krómsavas anódizálás,
- kromátos konverziós bevonatok.

A króm(VI)-ot belégzéssel rákkeltőnek minősítették, és előírások vonatkoznak használatára a felületkezelésben, amelynek felhasználását minimalizálni, illetve csökkenteni kell, illetve korlátozások vonatkoznak a króm(VI)tartalmú termékekre. Az EU jelenleg felülvizsgálja a krómtrioxidot, és valószínűleg besorolását mérgezőről nagyon mérgezőre változtatja. Ez a Seveso II Irányelvekben szereplő határértékek szigorítását válthatja ki, ahol 5 tonna feletti mennyiségben használják.

A króm(VI)tartalmú kromát rétegek adhatnak le króm(VI)ionokat, a felületkezelt termék kezelése és használata során. A fém krómmal érintkezés esetében nincsenek problémák.

A horganyzott munkadarabokat, illetve számos alapanyagot (pl. fröccsöntvényeket) általában megfelelő kromát konverziós eljárással utókezelik. A meglévő króm(VI)-alapú konverziós eljárásokkal létrehozott bevonat színe, valamint a korrózióvédelmük mértéke közvetlen kapcsolatban áll vastagságukkal és króm(VI)tartalmukkal.

Az említett környezeti, egészségi és biztonsági vonatkozásai miatt az európai irányelvek korlátozzák a termékben maradó króm(VI)vegyületek mennyiségét az autó-, a villamos és az elektronikai iparban [96, EC, 2003, 99, EC, 2000]. Ez a hajtóerő a króm(VI)-mentes technológiák kifejlesztéséhez. Az EU-ban különböző K+F programok közelednek a befejezéshez a króm(VI)ionok használatára vonatkozóan.

3.8.7 A kezelt felületekről a króm(VI)ion felszabadulás minimalizálása

Leírás A 13. táblázatban látható, hogy megfelelő fedőbevonat alkalmazása a kromát rétegen elegendő ahhoz, hogy ugrásszerűen csökkentse a króm(VI)ionok felszabadulását.

A króm(VI)ionok felszabadulása az utókezelést követő öblítések minőségének is a függvénye: az öblítéseket úgy kell megtervezni, hogy elkerüljék az abszorbeált kromát konverziós oldat nyomok visszamaradását a kezelt munkadarabok felületén.

A következő táblázat a különböző színű kromátbevonatokból felszabaduló króm(VI)ionok mennyiségét mutatja, számos ipari, statisztikai vizsgálat alapján.

Színes kromát konverziós bevonat típusa	Felszabaduló króm(VI)ion
Áttetsző – kék CrVI	0,05 – 0,1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
Áttetsző – kék CrIII	0,0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
Sárga CrVI	0,3-0,6 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
Zöld CrVI	0,7-0,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
Fekete CrVI	0,7-1,0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
Sárga CrVI + fedőréteg	0,1-0,2 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
Fekete CrVI + fedőréteg	0,02-0,1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

13. táblázat: Kezelt horganybevonatból felszabaduló króm(VI)ion mennyisége

Elért környezeti előnyök Kevesebb króm(VI)ion felszabadulás a következő kezelésnél és a használatnál.

Megvalósítást ösztönző tényezők Növekvő egészségi és biztonsági problémák a króm(VI)ionok használatával kapcsolatban, és különböző irányelvek alkalmazásának korlátozására

3.8.8 Krómozási technikák

Számos termék áll rendelkezésre a kereskedelemben. Leggyakrabban króm(VI)tartalmú készítményt használnak, azonban toxicitása miatt alkalmazása egyre inkább problémás. A legelterjedtebb helyettesítő a króm(III)tartalmú készítmény.

A króm(VI)tartalmú készítményeket helyettesítő anyagok alkalmazása – különösen a króm(III)-alapú krómozás – műszaki és gazdasági okokból csupán korlátozott mértékben terjedt el.

3.8.8.1 Krómozás króm(VI)-alapú fürdőben

Elért környezeti előnyök A szennyvizek hagyományos szennyvízkezelő berendezésben kezelhetők, de a redukciót célszerű a többi szennyvizekkel való elkeveredés előtt elvégezni.

A gyenge áramkihasználás és a hűtési igény miatt zárt öblítési rendszerben üzemeltethető, többlépéses kaszkád öblítő és bepárló alkalmazásával.

Ellenhatások

- Nagyon mérgező az emberre és a környezetre.
- Kezeléséhez további veszélyes vegyszerekre van szükség.
- A magas koncentráció miatt az oldat viszkózus, ezért a kihordás is nagyobb.
- A légelszívót légmosóval kell felszerelni, a króm(VI)tartalmú aeroszol eltávolításához.
- Az ólom anódok miatt képződő anódiszap veszélyes hulladék.
- A galvániszap ólommal is szennyezve lesz.
- A króm(VI)vegyületek erős oxidálószer, tanácsos elkülönítetten tárolni őket.
- A beszáradt króm(VI)tartalmú elektrolitok tüzet okozhatnak.

Üzemeltetési adatok A katódon a krómleválás mellett jelentős mennyiségű hidrogén is fejlődik, azaz gyenge az áramkihasználás (az áramfelvétel 85 – 90%-áig terjedhet az áramvesztésig). Az oldatot hűteni kell. A hidrogénfejlődés miatt króm(VI)tartalmú aeroszol keletkezik, ami az oldat és a munkadarabok kezelésekor, a nehezen szellőztethető munkahelyeken egészségi problémákat okozhat. Párolgáscsökkentő adalékok alkalmazhatók, azonban ezek általában PFOS-alapúak, amelyek egészségi és környezeti veszéllyel járnak.

A rossz szórás (a leválasztott bevonat vastagsága nem egyenletes) és az áram hullámosságával szembeni érzékenység viszonylag magas selejt arányt idézhet elő.

A munkadarabok bevonatmentes helyein passziválódás megy végbe, ami a korrózióvédelmet szolgálja

Alkalmazhatóság

- Széles körben, csaknem 3000 berendezésben alkalmazzák világszerte.
- A kemény vagy műszaki krómozáshoz ugyancsak alkalmazható ez a technika.

Gazdasági szempontok

- Az oldat olcsó.
- Magas költséggel jár az áramfogyasztás, a nagyobb selejt arány és a szennyvízkezelés.

Megvalósítást ösztönző tényezők Csak nagy mennyiségű keménykrómozás, illetve csak néhány, magas követelményszintű dekoratív krómozás esetében áll rendelkezésre sokféle technika. A krómbevonat-mentes helyek passziválódása.

3.8.8.2 Króm(III)-alapú krómozó eljárások

Elért környezeti előnyök A galvánfürdő 20 g/l koncentrációval üzemel, a 200 – 450 g/l króm(VI)tartalommal szemben. Az oldat kisebb viszkozitása miatt a kihordás is kisebb mértékű. Csökken a króm(VI)ion kibocsátás.

- egyáltalán nem, vagy csak kevesebb króm(VI)vegyületet kell tárolni, kezelni vagy használni,
- a szennyvízkezelésnél keletkező iszap mennyisége tizedére - harmincadára csökken,
- az energia felhasználás kb. 30% -kal csökken,
- nincs szükség vegyszerre a króm(VI)ionok redukációjához,
- nincs szükség párolgásgátlóra, az aeroszol képződés megakadályozásához,
- csökkennek a követelmények a szennyezett levegő kezelésére vonatkozóan.

Ellenhatások Nem ismeretesek káros hatások.

Üzemeltetési adatok A króm(VI)ion tartalmú fürdőben leválasztott bevonattól eltérő szín és a különböző tételek esetenkénti színeltérése miatt régóta meglévő problémákat az új oldatok jobbra megoldották. Ezeket a problémákat, valamint a fürdő gyenge megbízhatóságát és rövid élettartamát, aktívszenes szűrés és ioncsere, valamint az előző kádakból a kritikus problémát jelentő oldat áthordás minimalizálása segítségével már legyőzték.

A króm(III)-alapú oldatokban elméletileg az anódon klórgáz fejlődik, emiatt az oldatban AOX (adszorbeálható szerves halogenid) keletkezik, ami a szennyvízbe, majd a környezetbe kerülhet. A gyakorlatban ez 20 év óta szabadalommal védett vegyszerek hozzáadásával kézben tartható.

A króm(III)-as fürdő nem passziválja a bevonatmentes helyeket. Rosszabb korrózióállóságról számoltak be, ami valószínűleg a nikkelformák vagy vékony nikkelformák miatt alakult ki. Amikor üreges vagy furatos munkadarabokat (pl. csövet) krómoznak, ügyelni kell a kész munkadarabok korrózióvédelmére. Ez megoldható a savas fürdő gyors és alapos leöblítésével, majd megfelelő szerves oldatban végzett utókezeléssel, esetleg alacsony króm(VI)tartalmú oldatban passziválással (ez mérsékli a króm(VI)-mentes rendszer előnyeit). A dolgozók betanítását és nagyobb fokú folyamatellenőrzést igényel. A folyamatellenőrzés hasonló, mint amilyen a fényes nikkelezésnél szükséges.

A bevonat vastagsága ugyanazzal a műszerrel mérhető (pl. coulombmeter, röntgen diffrakció).

Az alacsonyabb áramsűrűség könnyebb, olcsóbb szerszámokat és huzalt igényel.

A selejt arány 5-10 %-ról 0,5 %-ra csökkent a króm(III)-alapú elektrolit jobb szóróképessége, nagyobb áramkihasználása és a tápáram hullámosságával szembeni kisebb érzékenysége következtében, miközben a bevonat kevésbé durva (azaz a megégés a magasabb áramsűrűségű helyeken), és csökken a fehér foltosodás („white washing”) is, áram megszakadás esetén.

Alkalmazhatóság A keménykrómozás nem helyettesíthető. Nem helyettesíthetők bizonyos korrózióállósági alkalmazási területeken sem, pl. ahol a CASS követelmények meghaladják a 16 órát.

A króm(VI)-alapú fürdőben leválasztott bevonattal közvetlenül összehasonlítva a színe enyhén sárgás árnyalatú.

A színt és a korrózióállóságot a nagyobb mennyiségben gyártott termékeknél elfogadták, pl. tűzhelyek esetében, olyan munkadaraboknál, amelyek magas hőmérsékletnek és erősen lúgos, illetve savas súrolószerek hatásának vannak kitéve. Sikeresen alkalmazzák ezt a fűrdőt, a ve-
vő bizalmának elvesztése nélkül.

Gazdasági szempontok Az egyszeri költségek a régi króm(VI)-os krómfűrdő elhelyezését, a kád ólombélésének PVD-re cserélését, valamint az antimonnal ötvözött ólomanód grafittal helyettesítését jelentik. Ioncserélő rendszer szükséges a fémszennyezők eltávolításához, amelyben a gyantát kb. háromévente kell kicserélni. Az alapvegyeszek drágábbak. Ezeket a költségeket az alábbiak több mint ellensúlyozzák:

- 30 %-os energia megtakarítás,
- csökken a selejt arány,
- a szilárd hulladék mennyiségének és elhelyezési költségének csökkenése,
- alacsonyabb szennyvízkezelési költségek (nincs szükség Cr(VI)ionok redukációjára),
- kisebb igény a levegő szennyezettség ellenőrzésére,
- csökken az igény a dolgozók orvosi vizsgálatára,
- jelentősen csökken a dolgozók megbetegedésének veszélye.

Megvalósítást ösztönző tényezők Csökken az alkalmazottak megbetegedésének veszélye. Csökkennek az egészségügyi és munkavédelmi követelmények, valamint az aeroszol fejlődés elfojtásának, a légtisztításnak, a munkahelyi levegőben a króm(VI)ionok koncentrációja ellenőrzésének, továbbá a dolgozók orvosi vizsgálatának költségei. Összesítve költség-hatékony.

3.8.9 Krómmentes eljárások – egyéb galvanizáló eljárások

Az eljárások áttekintését ld. a 14. táblázatban, lent. A kemény krómozást helyettesítő nikkel-wolfram-szilícium kompozit bevonat leválasztása még kísérleti stádiumban van. Speciális alkalmazási területekhez, alternatívaként a kémiai nikkelbevonat is szóba jöhet. A nikkel-wolfram ötvözetet csak tampongalvanizáláshoz alkalmazzák. A kemény króm néhány helyen WC-Ni(Co)Cr/Cr₂O₃ ötvözetrel, vagy plazmaszórással helyettesíthető. Mindezen eljárások alkalmazása csak különleges esetekben ajánlható.

Lehetséges krómmentes helyettesítés		Megjegyzések
Elektrokémiai nikkelt bevonatok	Nikkel-wolfram-bór	Hagyományos galvanizáló berendezés szükséges, és a hagyományos nikkelt fürdőkhöz hasonlóan működik; költségesebb lehet, mint a króm(VI)-alapú
	Nikkel-wolfram-szilícium-karbid	A leválási sebesség és a katódos áramkihasználás nagyobb lehet; a fürdő szóróképesége és a bevonat kopásállósága jobb lehet; költségesebb lehet, mint a Cr(VI)-alapú
	Ón-nikkel	Erős savakban is jó korrózióállóság, 320 °C fölött védőképessége romlik, kopásállósága gyengébb, mint a Cr(VI)-alapúé.
	Nikkel-vas-kobalt	A vegyszerforgalmazók azt állítják, hogy kopásállósága kétszerese, korrózióállósága 2,6-szorosa a króm(VI)-alapú fürdőből leválasztottnak; ugyanaz a szín érhető el vele.
	Nikkel-wolfram-kobalt	Nem tartalmaz kloridot, illetve erős kelátképzőt; függesztett és tömeggalvanizáláshoz egyaránt használható; jó a korrózióállósága, kivéve a tengeri környezetet; foltosodhat; ammóniumionot tartalmaz.
Nikkelmentes bevonatok	Ón-kobalt	3 kereskedelmi forrásról számoltak be, különböző jellemzőkkel: - Leválasztás nikkelle; csak dekoratív - Leválasztás dekoratív nikkelle és nikkelt ötvözetre; függesztett munkadarabokhoz alkalmazható; enyhén lúgos - Jó szín, halványkék színárnyalat; ammóniumion-mentes; fluoridmentes; kloridmentes.
	Kobalt-foszfór	Rendkívül kemény, nanokristályos bevonat; Módosított egyenárammal (pólusváltás, pulzálás) nanokristályos bevonatot választanak le.
Kémiai	Kémiai nikkelt: - nikkelt-wolfram - nikkelt-bór - nikkelt-gyémánt kompozit - nikkelt-foszfór - nikkelt-poli-tetrafluor-etilén	Valószínűleg kevésbé kemény és kopásálló, mint a Cr(VI)tartalmú elektrolitból leválasztott. A sarkokon nem válik le.
Egyéb módszerek	HVOF (nagy sebességű oxigénnel dúsított tüzelőanyag) termikus szórás	Keményisége és kopásállósága hasonló a Cr(VI)tartalmú elektrolitból leválasztotthoz. Egyenes sugárban („látósugárban”) vihető fel a bevonat csupán.
	Fizikai rágózólésekes leválasztás (PVD) - titán-nitrid	Keményisége nagyobb, mint a Cr(VI) tartalmú elektrolitból leválasztotté, még vékonyabb bevonat esetén is; korrózióállósága gyengébb.
	Ion sugaras PVD	Egyenes sugarú felvitel; vékonyabb bevonattal ugyanazok a tulajdonságok érhetők el, mint az egyéb, vastagabb bevonatokkal.

Lehetséges krómmentes helyettesítés	Megjegyzések
Plazmaszórás - titán karbid	Alumínium, acél, szénacél, titán alapanyagok.
Kémiai rágózóléses leválasztás	Vákuumban történő leválasztás; nem korlátozódik az egyenes sugárra; savaknak ellenálló; nagy leválasztási sebesség.
Ion beültetés	Ionokat ültetnek be – nincs bevonat vastagság; nem korlátozódik az egyenes sugárra.
Porbevonatok	Vákuum fémzés (PVD) – megfelel az OEM jármű kerék ipari vizsgálati követelményeknek, beleértve az ASTM B117, GM4472P, GM9508P, és GM6 előírásokat
Lézeres bevonat kialakítás	Nem korlátozódik az egyenes sugárra; nikkkel-karbid-bevonat.

14. táblázat: A kemény és dekoratív krómozó elektrolitokat helyettesítő krómmentes eljárások összefoglalása

3.8.10 Krómtartalmú konverziós rétegek

Az eljárást széles körben alkalmazzák. Az ELV (roncsautókra vonatkozó) és a REEE (elektronikai és elektromos berendezésekben lévő bizonyos veszélyes anyagok használatára vonatkozó) Irányelvek ösztönzése folytán számos fejlesztői munka irányul világszerte a Cr(VI)ionok kiváltására. Folyamatosan jelennek meg közlemények az elért előrelépésekről és lehetőségekről. Néhány bejelentés szerint a jövő az alternatív anyagoké, illetve a cinkötözeteké, amelyek a horganybevonatokat helyettesítik.

3.8.10.1 Króm(VI)-alapú eljárások

Leírás Széles körben alkalmazott technika, gyakran a horganyzással kapcsolják össze. Réz, sárgaréz és bronz munkadarabok passzíválásához használják, ami kedvezőbb a kémiai fényesítésnél, mivel kevesebb gáz képződik. Alkalmazzák magnéziumhoz és ötvözetekéhez is. Széles körben alkalmazzák porbevonatok leválasztása előtt, habár alacsony króm(VI)tartalmú oldatok állnak rendelkezésre, a helyettesítő eljárások leírása alább található.

Elért környezeti előnyök

- Az alacsony króm(VI)tartalmú oldatok csökkentik a káros hatásokat.
- A Cr(VI)tartalmú oldatok kisebb koncentrációval és alacsonyabb hőmérsékleten működnek, mint a legtöbb helyettesítő eljárás.
- A Cr(VI)ionok könnyen redukálhatók és lecsaphatók a hagyományos szennyvízkezelő berendezésekben.

Üzemeltetési adatok Alkalmazása könnyű.

Gazdasági szempontok Nagyon olcsó.

Megvalósítást ösztönző tényezők Költség megtakarítás, könnyű használat, jó korrózióállóság.

3.8.10.2 Króm(III)-alapú konverziós eljárások

Leírás A króm(III)-alapú konverziós bevonatok védelmi mechanizmusa még nincs teljes mértékben tisztázva. Viselkedésük azt mutatja, hogy a védelem alapvetően a bevonatok fizikai gát szerepének köszönhető, mivel a bevonat nem érzékeny a későbbi hő sokkra. A 13. táblázatból látható, hogy használat során nem szabadul fel króm(III)ion a munkadarab felületéről. Bizonyos Cr(III)-alapú konverziós bevonatok kiemelkedő tulajdonságúak, és összemérhetők a normál Cr(VI)-alapú konverziós bevonatokkal, ha ötvözet galvanizálással és/vagy további bevonatok leválasztásával kapcsolják össze.

Elért környezeti előnyök Nem alkalmaznak króm(VI)vegyületeket, és nem is szabadul fel.

Ellenhatások Egyéb fémek használatával, illetve felszabadulásával járhat, mint pl. kobalt. Koncentrációja kb. tízszerese a Cr(VI)ion koncentrációnak a konverziós rétegben, több figyelmet igényel a kihordás minimalizálásához, és a minden bizonnyal több szennyvízkezeléshez.

Alkalmazhatóság Az ezekkel az eljárásokkal elérhető korrózióvédelem az áttetsző kék és az irizáló sárga, króm(VI)-alapú felületkezeléssel elérhetőnek felel meg. Habár a króm(III)-alapú bevonat jelenleg meghaladhatja a króm(VI)-os eljárásokkal elérhető korrózióállóságot e szí-

nek esetében, nem képesek helyettesíteni azt a barna, az oliv és a fekete színek esetében. További bevonatok alkalmazásával korrózióállóságuk eléri, sőt meghaladja a króm(VI)-alapú bevonatokét.

Gazdasági szempontok Nem állnak rendelkezésre adatok az eljárás költségeiről. Megtakarítások jelentkezhetnek az alacsonyabb szennyvízkezelési, léghamosási költségek következtében és az egészségügyi kockázatok csökkenésével.

Megvalósítást ösztönző tényezők A 2003/53/EK End-of-life vehicles (267/2004.(IX.23.) Korm. rendelet a hulladékká vált gépjárművekről) illetve a 2002/95/EC Restriction of Hazardous Substances (16/2004.(X.8.) KvVM rendelet az egyes veszélyes anyagok elektromos és elektronikai berendezésekben való alkalmazásának korlátozásáról) irányelvek. Csökkennek az egészségi és biztonsági követelmények is, valamint a párolgáscsökkentés, a légheszívás és a munkahelyi levegőben lévő krómionok koncentrációja ellenőrzésének költségei.

3.8.10.3 Krómmentes konverziós eljárások

Leírás A krómmentes eljárások szerves cirkónium-fluorid, titán-fluorid vagy szerves szilícium származék (szilán) vegyületekkel végzett kezeléssel alapulnak. Szükség lehet polimer fedőrétegre az előírt korrózióállóság eléréséhez. Léteznek fekete színező eljárások, melyeket tömítéssel vagy fedőréteggel kell kiegészíteni a megfelelő kinézet, illetve korrózióállóság elérése érdekében.

Elért környezeti előnyök Króm(VI)ion felszabadulás minimalizálása, illetve elkerülése.

Ellenhatások A krómmentes konverziós bevonatok ugyanolyan mérgezőek lehetnek, mint a króm(VI)-alapúak.

Alkalmazhatóság A kereskedelemben kapható krómmentes oldatok még nem teljesen képesek a kromát konverziós bevonatokkal azonos korrózióvédelmet biztosítani a cink és alumínium felületeken. Ezeknek az új eljárásoknak az alkalmazhatósága a műszaki és/vagy dekoratív célokra alkalmazott festékrétegek tapadásának elősegítésére már jól bevált.

Megvalósítást ösztönző tényezők Mint a 3.8.6 pont.

3.8.11 Csiszolás és polírozás

Leírás A savas réz elektrolitok kitűnő kiegyenlítőképeséggel rendelkeznek. Néhány esetben felhasználható a csiszolás és a polírozás helyettesítésére.

Elért környezeti előnyök Helyettesíti a port kibocsátó és zajt okozó csiszolást és polírozást.

Ellenhatások Megnövekednek a szennyvízkezelési igények.

Alkalmazhatóság Dekoratív nikkelezés és rezezés előtt álló munkadarabokhoz alkalmazható.

Gazdasági szempontok A csiszoláshoz és polírozáshoz szükséges beruházást a savas rezezést lehetővé tevő beruházás helyettesíti.

Megvalósítást ösztönző tényezők Egyszerűsödnek az egészségi és biztonsági követelmények.

3.8.12 Zsírtalanítás módjai, illetve helyettesítése

3.8.12.1 Mechanikai előtisztítás – centrifugálás

Leírás A felesleges olaj és zsír mechanikai úton eltávolítható (pl. centrifugálással), az egyéb zsírtalanítási lépések (pl. kémiai vagy oldószeres) előtt.

Elért környezeti előnyök Megnyújtja a zsírtalanító oldatok élettartamát. Vegyszer és egyéb ráfordítás megtakarítása. Csökken a keletkezett hulladékok mennyisége.

Ellenhatások A centrifugálás energia költsége.

Üzemeltetési adatok A kisméretű munkadarabokon lévő olajfilm döntő többsége centrifugális erővel eltávolítható, feltéve, ha a munkadarabok deformáció nélkül elviselik a mechanikai terhelést, pl. a csavarok, csapszegek, anyacsavarok, és szegek. Legtöbb esetben az eltávolított olaj szűrés révén visszanyerhető. Gyakran a munkadarabok melegítésével csökkentik az olaj viszkozitását. A munkadarabok tönkre mehetnek, a dekoratív kezelés előtt a felület megsérülhet.

Alkalmazhatóság A kisméretű, olajos munkadarabok, amelyeket rendszerint dobban kezelnek. Centrifugálás előtt a munkadarabok melegítésére energiát használnak fel.

3.8.12.2 Oldószeres zsírtalanítás

Ellenhatások Mivel egyes klórozott szénhidrogéneket potenciálisan rákkeltőnek és a légtérbe történő emisszióval kapcsolatban problémásnak minősítettek, alkalmazásuk erősen korlátozott. Az alternatív oldószerek gyúlékonyak. Alkalmazásuk és ellenőrzésük az oldószerek felhasználásával végzett felületkezelésre vonatkozó BAT referencia dokumentumban található.

Üzemeltetési adatok Jó tisztítási hatások, gyors száradás.

Alkalmazhatóság Csaknem univerzálisan alkalmazható.

3.8.12.3 Kémiai zsírtalanítás vizes oldatokban

Leírás Ez az alfejezet a cianid-mentes, vizes oldatokban végzett zsírtalanításra vonatkozik.

Elért környezeti előnyök A savakat és a lúgokat egyszerű és könnyű kezelni, kivéve, ha erős kelátképzők vannak jelen (ld. EDTA, 3.8.1 pont).

Ellenhatások A műveleti kádak 50 – 90 °C –on üzemelnek, szükség lehet a vízgőz, valamint a lúgos vagy savas gőzök eltávolítására.

A kimerült savas vagy lúgos oldatokat általában külön kezelik, mivel nagy pH változást okozhatnak, és ezért a folyamatos szennyvízkezelő berendezések nem alkalmasak az ártalmatlanításukra.

Szükséges lehet a tisztító oldatokat a többi műveleti oldatoktól elkülöníteni, ha a zsírtalanító oldatokban lévő nagy mennyiségű felületaktív adalék megzavarja a szennyvízkezelő berendezés működését

Üzemeltetési adatok A műveleti oldat élettartama rövid, a kezelt munkadarabok, valamint az eltávolított olaj és zsír mennyiségétől függően.

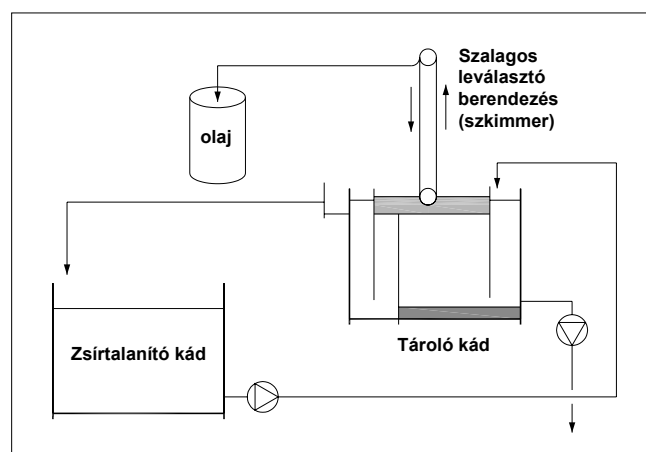
Alkalmazhatóság Az összes berendezésnél, a legtöbb esetben. A cink és alumínium tisztításhoz alkalmazott oldatoknak csaknem semlegesnek kell lenniük.

Megvalósítást ösztönző tényezők A vizes bázisú zsírtalanító szerek jól bevált alternatívát jelentenek az oldószeres rendszerekkel szemben, csaknem az összes esetben.

Példaüzemek Széles körben alkalmazzák.

3.8.12.4 Instabil emulziós (demulgeáló) zsírtalanítás

Leírás Vizes oldatban végzett kémiai zsírtalanítás. A demulgeáló zsírtalanító oldatokban használt felületaktív adalékok nem képeznek stabil emulziót az eltávolított olajokkal és zsírokkal. A zsírtalanító kádakat egy tároló tartályba ürítik (ami általában több kádhoz tartozik), a felületen úszó olajok és az üledékek eltávolításához. A demulgeáló tisztító oldat az erős keveredés megszűntével szétválik, ezért egyszerű mechanikai eszközök (szeparátorok) használhatók az olaj eltávolítására. A tároló tartály segítségével végzett folyamatos szennyezés eltávolítás és a tisztított zsírtalanító oldatoknak a munkakádba visszatáplálása révén hosszú élettartam érhető el. A demulgeáló zsírtalanító rendszerek ezáltal kompromisszumot teremtnek a zsírtalanító berendezésekre vonatkozó két követelmény között: kisebb (de még elegendő) olajfelvevő kapacitásúak, mint az erősen emulgeáló zsírtalanító fürdők; azonban lényegesen könnyebben regenerálhatók és újrahasznosíthatók. Az alkalmazandó rendszerek választéka ezekből a tulajdonságokból adódik.



12. ábra: Instabil emulziós zsírtalanító rendszer, tisztítóoldat tárolótartállyal

Elért környezeti előnyök A tisztításhoz szükséges vegyszer és energia felhasználás minimalizálása.

Ellenhatások További csekély energia felhasználás a szivattyúzáshoz és az olaj visszanyeréshez.

Üzemeltetési adatok A demulgeáló rendszer előnye az, hogy az oldat folyamatosan frissül, az olaj eltávolításának köszönhetően.

Az instabil emulziós zsírtalanítás után zsír / olaj film marad a dob falán – különösen az első zsírtalanítóban. Ezt a filmet a dob végigviheti a sor összes kádjába. Az instabil emulziós tisztító oldatokból származó zsír / olaj film ráválhat az ioncserélő gyantára, ha az üzemben ioncserélőkkel működő visszaforgatásos öblítő rendszert használnak. Ez a probléma stabil emulzió esetén nem áll fenn.

Alkalmazhatóság Számos eset fordul elő a gyakorlatban, amikor a demulgeáló zsírtalanító rendszerekre átállás kielégítő tisztítást eredményez.

Azok a munkadarabok, amelyek felületén erősen tapadó szennyeződés, nagyon viszkózus olajok vagy zsírok találhatóak, demulgeáló rendszerekkel nem tisztíthatók.

Előnyösen alkalmazható előzsírtalanításra, utána az emulgeáló zsírtalanítóban a végső tisztítás (a dobok felületén is) gazdaságosan elvégezhető, mivel ez utóbbi terhelése jelentősen csökken (ld. a 3.8.12.7. pontot).

Az erősen emulgeáló hatású rendszerek zsírtalanító képessége jobb, azonban nehezebben bonthatók, regenerálhatók. Az alkalmazhatóságot minden esetben előzetesen meg kell vizsgálni.

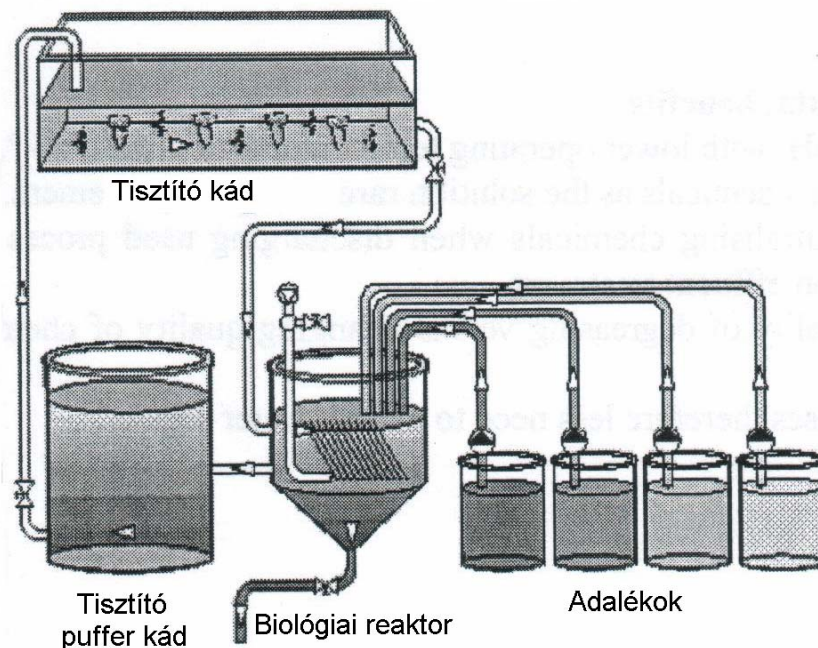
Gazdasági szempontok Az ilyen berendezés beruházási költsége magas lehet, különösen, ha a 3.9.10 pontban ismertetett karbantartási lehetőségeket is figyelembe vesszük. A komplett berendezés megvalósítása valószínűleg csak akkor gazdaságos, ha a műveleti sor, valamint az eltávolítandó olaj és zsír mennyisége nagy.

Megvalósítást ösztönző tényezők Továbbfejlesztett, napjaink műszaki színvonalának megfelelő folyamatirányítás.

3.8.12.5 Biológiai zsírtalanítás

Leírás Magyarországon jelenleg nem alkalmazzák. A kémiai zsírtalanító rendszerekhez hasonlóan, ez is könnyen karbantartható oldat. A munkadarabokat behelyezik az enyhén lúgos emulgeálószereket tartalmazó műveleti oldatba. Ebben az esetben a műveleti hőmérséklet alacsony (kb. 45 °C). Az oldat tartalmaz felületaktív adalékokat az olaj és az egyéb szennyeződés felületről eltávolításához és emulgeálásához, természetben előforduló mikroorganizmusokat az olajok széndioxidra és vízre lebontására, valamint tápanyagokat a mikroorganizmusok számára. Alacsony sebességgel levegőt buborékoltnak be az oldatba, hogy a rendszer aerob maradjon. Az oldatot folyamatosan keringtetik egy puffer kádon át, ami a mikroorganizmusokat tartalmazza, és ahol a tápanyagokat és egyéb vegyszereket beadagolják. Az oldat önregeneráló, csupán kevés iszapot kell időnként eltávolítani a puffer-kádból.

Az ilyen biológiai zsírtalanító eljárásoknak több változata is létezik. Néhány alkalmazás esetében magát a zsírtalanító kádat használják bioreaktorként, és a zsírtalanítandó munkadarabokat bemártják ebbe a biomassza-tartalmú oldatba. Kétlépéses eljárásként működtethető, az előzsírtalanítóként alkalmazott normál lúgos, vizes bázisú tisztítást a kombinált biológiai zsírtalanítás/öblítés követi, ahol a fürdő maga a bioreaktor.



13. ábra: Vizes bázisú, biológiai zsírtalanító eljárás

Elért környezeti előnyök

- Semleges pH-n, alacsony, kb. 45 °C hőmérsékleten üzemel.
- Kisebb vegyszer felhasználást és ritkább oldat cserét igényel.
- A kimerült zsírtalanító oldat semlegesítéshez kevesebb vegyszer szükséges, a felületaktív adalékok hatása kisebb mértékű a szennyvízkezelésre.
- Kevesebb veszélyes anyagot használnak fel a munkahelyen.
- Csökken a felületkezelő sornak a kimerült oldatok cseréjéhez szükséges leállási ideje.
- Egyenletes zsírtalanítási minőséget biztosít, szemben a rövid élettartamú, változó minőségű kémiai zsírtalanítással.
- Kevesebb párolgási veszteség, ezért kisebb igény a vízgőz eltávolítására.

Ellenhatások Ez a kezelés nem minden olajhoz és zsírhoz megfelelő.

Üzemeltetési adatok

- Egyenletes zsírtalanítási minőséget biztosít, szemben a rövid élettartamú, változó minőségű kémiai zsírtalanítással.
- Nem minden olaj, illetve zsír fajtához megfelelő (valószínűleg probléma merül fel a kén-tartalmú olajok esetében).
- A megfelelő felületaktív anyag kiválasztása nagyon fontos. Legalább részben ellenállóknak kell lennie a mikroorganizmusok lebontó tevékenységével szemben.
 - Néhány alkalmazási esetben a zsírtalanító oldatban lévő biomassza kihordással átkerülhet a következő műveleti fázisokba, minőségi problémákat okozva a felületkezelésnél
 - A biológiai folyamat leállhat már kis mennyiségű zavaró anyag (pl. cianid- vagy rézionok, AOX (abszorbeálható szerves halogénidek), stb.) bekerülésekor is.
 - A rendszer nem alkalmas bizonyos csiszoló paszták eltávolítására.

- A rendszer folyamatos olaj vagy külön tápanyag bevitelt igényel, ha három napnál hosszabb ideig leáll a munka.
- A rendszer tisztítási minősége nem megfelelő, ha magas hőmérsékletű zsírtalanításra van szükség (pl. csiszolt munkadarabok esetében).

Alkalmazhatóság Ld. az üzemeltetési adatokat, fent. Bevezetés előtt célszerű az összes alkalmazási területet megvizsgálni. Elegendő számú ilyen technikát alkalmazó berendezést alkalmaznak ahhoz, hogy megfelelő tapasztalat alakuljon ki az egyes alkalmazási területekre vonatkozóan.

Gazdasági szempontok Egy közepes méretű bérgalvanizáló üzem 15-20 %-os fajlagos kezelési költség csökkenésről számolt be a zsírtalanításra/öblítésre/pácolásra vonatkozóan, miután a hagyományos, vizes bázisú, forró, kémiai zsírtalanítójukat biológiai zsírtalanítóra cserélték le. Ezek az adatok nem tartalmazzák a vízre, energiára, az oldat készítésre fordított rövidebb időhöz tartozó munkaerőre vonatkozó megtakarításokat, a megnövekedett hatásfokot (sorleállítás), és a folyamat nagyobb teljesítményét (kevesebb selejt).

Megvalósítást ösztönző tényezők

- Csökken a felületkezelő sor - zsírtalanító oldat cseréje miatt szükséges - leállási ideje.
- Csökken a munkahelyen használt veszélyes anyagok mennyisége (kiváltja az erősen lúgos, magas felületaktív anyag koncentrációjú oldatokat).
- 80 % -kal csökken a tisztításhoz kapcsolódó szennyvizek kezelésből származó iszap mennyisége.
- Csökkennek a költségek.

3.8.12.6 Ultrahangos tisztítás

Leírás Ultrahangos zsírtalanítást alkalmaznak, hogy a munkadarab felületén turbulenciát indukáljanak, ami eltávolítja a szennyezőanyagokat a felületről.

Egy példa esetében a zsírtalanító oldat szilikátmentes, semleges pH -jú, eltávolítja a csiszoló pasztát:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| • üzemeltetési hőmérséklet: | 65 – 75 °C |
| • fürdő élettartama: | 1 hét |
| • ultrahang energiája: | 1.200 – 2.000 W/250 liter |

Elért környezeti előnyök Hatékonyabb tisztítás, kevésbé veszélyes vegyszerekkel. A keletkező szennyvíz semleges (7,2 – 7,4) pH-jú.

Ellenhatások A szennyvíz foszfátokat, felületaktív anyagokat, csiszoló pasztát és fémionokat (réz- és cinkionokat) tartalmaz.

Üzemeltetési adatok A művelet előnyei: az oldat nem marja meg a tisztítandó felületet; jó zsírtalanítási hatásfok;

Alkalmazhatóság Széleskörben alkalmazzák. Nem támadja meg a tisztítandó felületeket (pl. vörösréz, cink).

Gazdasági szempontok Egy automata tisztító sor beruházási költsége kb. 80 000 Euro.

Megvalósítást ösztönző tényezők Széles körű alkalmazhatóság és jó minőségű tisztítás.

3.8.12.7 Nagy teljesítményű zsírtalanító rendszerek

Leírás Kiváló minőségű tisztításhoz olyan vizes bázisú rendszereket alkalmaznak, amelyek elektrolitikusan is üzemeltethetők. A kiemelkedő minőségű tisztítás nagyon fontos az olyan modern műveleti oldatok esetében, mint pl. a savas horgany, stb.

Az erősen olajos munkadarabok esetében a többlépéses zsírtalanítás előnyös lehet. Első lépésként forró, vizes bázisú előzsírtalanító, vagy instabil emulziós (demulgeáló) tisztító oldatot alkalmaznak (ld. a 3.8.12.4 pontot). Második lépésként pedig egy erősebben emulgeáló tisztító oldatot üzemeltetnek. Bármely két zsírtalanító fürdőt egymás után alkalmazva is jelentősen meghosszabbítható a zsírtalanító oldatok élettartama, ha a második, tisztább fürdőt az első, szennyezettebb oldat pótlására vagy lecserélésére használják.

Elért környezeti előnyök A zsírtalanító oldatok élettartamának meghosszabbítása. Az újralgalvanizálás csökkenése.

Ellenhatások A magasabb hőmérsékleten üzemelő rendszereknél magasabb energia felhasználás.

Megvalósítást ösztönző tényezők A munkadarabok jobb minősége a következő felületkezeléshez.

3.8.13 Egyéb zsírtalanító technikák

Leírás Számos helyettesítési lehetőség van, pl.:

- *légek és hengerek*: fémlemezek, síkfelületű préselt munkadarabok és huzalok esetében az olaj többsége eltávolítható.
- *cianidos zsírtalanítás*: elavultnak tartják
- *forró víz*: forró (80-90 °C –os) víz, vegyszer nélkül, eltávolítja az olajok és zsírok nagy részét. Ezt a módszert főként a járműiparban alkalmazzák, a préselt acéllemezek tisztításához. Nagynyomású vízszugár alkalmazásával a hatás tovább fokozható.
- *letörlés manuálisan*: A nagy és/vagy értékes munkadarabok manuálisan, törlőruhával vagy papírtörlővel tisztíthatók.

Elért környezeti előnyök Megnöveli a zsírtalanító oldatok élettartama.

3.8.14 Helyettesítés alternatív eljárásokkal

Leírás Az ipar olyan szabványok alkalmazása felé mozdul el, mint pl. elért korrózióállóság. Ezt elősegítheti, ha a hagyományos bevonatok (pl. cink és króm(VI)-alapú) kromatózás alkalmazását - jelen irányelvek alapján – korlátozzák arra vonatkozóan, hogy a termék használhatóságának végén mennyi króm(VI)vegyületet tartalmazhat.

Modern, magas követelményszintű korrózióvédelem eléréséhez egyre inkább többretegű rendszereket alkalmaznak. Ez lehetővé teszi, hogy a kezelő olyan alternatívával szolgálhasson a vevő részére, amivel teljesíthetők ugyanazok a követelmények, és ami lehetőséget ad a kevésbé szennyező eljárások irányába történő elmozdulásra. Például:

- kémiai nikkell alkalmazása – néhány keménykróm alkalmazási területen,
- cink ötvözetek leválasztása, majd mártással vagy elektroforetikus felvitt szerves bevonat – horganyzást és azt követő króm(VI)-alapú kromatozás helyett,
- elektroforetikus festés, foszfátózással.

Megjegyzés: a kadmiumozást már széles körben kiváltották.

Egyéb alternatív eljárások Fizikai módszerekkel is leválaszthatók fémbevonatok, pl. vákuum gőzöléssel. Ezek a módszerek nem tartoznak e dokumentum hatókörébe, azonban, a kezelő "tisztá technológiaként" figyelembe veheti. Ezen technikáknak azonban kedvezőtlen hatásuk is van, pl. a nagyobb energia felhasználás.

Példák ezekre a technikákra:

- Alumínium vákuum gőzölés műanyag autólámpákra.
- Króm vákuum gőzölés dekoratív bevonatok kialakítására, pl. fürdőszobai szerelvényekhez.
- Néhány alkalmazási területen a kemény króm helyettesíthető WC-Ni(Co)Cr/Cr₂O₃, ötvözetrel vagy nagy sebességű oxigén – tüzelőanyag szórással, vagy plazmaszórással.

Elért környezeti előnyök Mérgezőanyag kibocsátás csökkenése.

Ellenhatások Minden alkalmazási esetben külön meg kell vizsgálni.

Üzemeltetési adatok Minden alkalmazási esetben külön meg kell határozni.

Alkalmazhatóság Minden alkalmazási esetben külön meg kell vizsgálni. A meglévő követelmények korlátozhatják.

Gazdasági szempontok Minden alkalmazási esetben külön meg kell vizsgálni. Összesítve, számos iparág előírása ösztönzi az elmozdulást a hagyományos felületkezelési szabványoktól.

Megvalósítást ösztönző tényezők Egészségi, biztonsági és termék előírások, pl. az autóiipari és az elektronikai irányelvek.

3.9 Műveleti oldat karbantartás

A fürdő üzemelési paramétereinek megfelelő ellenőrzése a munkadarab egyenletesebb minőségét és hosszabb fürdő élettartamot eredményez. Ehhez szükség van a kritikus üzemeltetési paraméterek, valamint azoknak az előírt elfogadható határokon belül tartásának a meghatározására.

A kezelés minőségére ható szennyezők – pl. a folyamat során átalakult, illetve lebomlott vegyi anyagok, valamint a munkadarabokkal az előző oldatokból áthordott vegyszerek – felhalmozódnak a műveleti oldatban. Ezért szükség van a fürdők szakaszos vagy folyamatos karbantartására, különösen ott, ahol a kihordással járó oldat megújulásra a kihordás újrahasznosítása miatt nincs lehetőség.

Az oldódó anódokkal működő elektrokémiai eljárások azon alapulnak, hogy a fémionok a katódon fémmé redukálódnak és ugyanakkor elméletileg ugyanolyan mennyiségű fém oldódik az anódból, ezért a műveleti oldat összetétele alapvetően állandó marad. Ez azt jelenti, hogy az elektrokémiai folyamatokban alkalmazott műveleti oldatok élettartama elvileg végtelen. A

gyakorlatban azonban a műveleti oldatok minőség csökkenést szenvednek el, szennyezőanyagok bekerülése és különböző okok miatt zavaró hatású anyagok keletkezése következtében, pl.:

- az előző műveleti oldatokból zavaró anyagok bekerülése, nem megfelelő öblítés miatt,
- alapfém beoldódás (különösen a savas közegben működő oldatok esetében),
- a műveleti oldat kémiai összetételének megváltozása (pl. Cr(VI)ionok redukciója Cr(III)ionokká a krómozás során, karbonát képződés a levegőből származó CO₂-vel bekövetkező reakció miatt a lúgos, cianidos műveleti oldatokban),
- nagyobb az anódoldódás sebessége, mint a fém leválásáé a katódon,
- szerves vegyületek bomlása a műveleti oldatokban.

Más folyamatokban ugyancsak feldúsulnak vegyi anyagok, pl. kémiai fémleválasztáskor só formában folyamatosan kell pótolni a fémionokat, redukálószereket, és egyéb vegyszereket, ezért általában ezeknek az oldatoknak az élettartama korlátozott.

E bomlási folyamatok miatt a műveleti oldat minősége egészen addig romolhat, hogy le kell cserélni őket, ha csak nincs lehetőség a műveleti oldatok minőségének szinten tartására az ismertett regenerálási technikák alkalmazásával.

Az ebben a részben leírt eljárások nem korlátozódnak kizárólag az elektrolitokra. Kiterjednek a pácoló és marató, valamint a zsírtalanító, stb. oldatokra is. A megjegyzések a környezeti ártalom elkerülésére vagy csökkentésére irányuló egyes eljárások műszaki ismertetésére korlátozódnak.

A következő táblázat az oldatok legfontosabb szennyezőit mutatja:

Műveleti oldat	Zavaró szennyező	Megjegyzések	Regenerálás módja	Hivatkozás
Kémiai zsírtalanítás	Iszap	Munkadarabbal behordás	- Műveleti oldat dekantálása, az iszap eltávolítása, szennyvízkezelőbe szállítása	
	Olaj, folyékony zsír, fémforgács		- Leúsztatás - Gravitációs elválasztás - Biológiai lebontás - Az álló öblítő ultraszűrése, a műveleti oldat kihordása és párolgási veszteségének kompenzálása előtt	3.9.10.1 3.9.10.2 3.9.10.3 3.9.10.4
Fémek pácolása	Beoldódott fém	Csak nagy térfogat esetén	- Retardáció	3.9.2
Műanyagok maratása	Beoldódott gyanta, redukálódott oxidálószer	17. Egyensúlyi állapot	- Visszaoxidálás kerámia membránon keresztül	3.9.9
Gyanta visszamaratás eltávolítás többrétegű lemezek furataiban	Beoldódott gyanta, Cr(III)- vagy mangánvegyületek		- Elektrolitikus visszaoxidálás	3.9.9
Elektrolitikus tisztítás	Beoldódott fém, olaj, zsír	Túlfolyó rekesz alkalmazása	- Leúsztatás	
Cianidos rezezés	Felesleges réz	Különálló kád alkalmazható a cianidion oxidációhoz a szennyvízkezelésnél és/vagy a réz visszanyeréshez. A galvanizáláskor a cianidion ammóniává és karbonáttá oxidálódik, amelyek káros bomlástermékek.	- Oldhatatlan anódok, az anódsínekhez külön áram betáplálás	3.9.8
	Szerves adalékok bomlásterméke		- Aktívszemes kezelés	3.9.5
	Karbonátok		- Oldat hígítás	
Savas rezezés	Felesleges réz		- Oldat hígítás	

	Szerves adalékok bomlástermékei		- Aktívszenes kezelés	3.9.5
Kémiai rezezés	Bomlástermékek		- Hígítás és pótlás	
Műveleti oldat	Zavaró szennyező	Megjegyzések	Regenerálás módja	Hivatkozás
Mattnikkelezés, Watt's típusú	Felesleges nikkel		- Membrán anódok, külön áramkörrel	3.9.8
	Fémszennyezők		- Szelektív járatás, alacsony áramsűrűségen	3.9.7
Fényesnikkelezés, Watt's típusú	Felesleges nikkel		- Oldat hígítás	
	Szerves adalék bomlástermékek		- Aktívszenes kezelés	3.9.5
	Fémszennyezők, pl. Zn, Cu, Fe		- Szelektív járatás, alacsony áramsűrűségen	3.9.7
Szulfamátos nikkelezés	Felületaktív adalék bomlástermékei		- Aktívszenes kezelés	3.9.5
Kémiai nikkelezés műanyagra	Ortofoszfit, szulfát, nátrium, palládium		- Csere az élettartam lejártát követően	
Fényes és műszaki krómozás	Cr(III)ionok, a krómozott munkadarabból beoldódott fémszennyezők,		- A takaréköblítő vizét ioncserélőn keresztül vezetik vissza a fürdőbe, a párolgási veszteség pótlásához	3.9.6
Lúgos horganyzás	Karbonátok		- Karbonát kikristályosítás alacsony hőmérsékleten, szakaszosan és/vagy folyamatosan	3.9.3
Cianidos horganyzás	Felesleges cink		- Oldhatatlan anódok	3.9.8
	Bomlástermékek, karbonátok		- Karbonát kikristályosítás alacsony hőmérsékleten, szakaszosan és/vagy folyamatosan	3.9.3

Műveleti oldat	Zavaró szennyező	Megjegyzések	Regenerálás módja	Hivatkozás
Savas horganyzás	Felesleges cink		- Membrán anódok, külön áramkörrel	3.9.5
	Szerves adalékok bomlás-termékei		- Aktívszenes kezelés - Kezelés H ₂ O ₂ -vel, intenzív levegő-keveréssel	
	Fémzennyezők (vas)		Magas pH H ₂ O ₂ kezelés és szűrés	
Cink-nikkel elektrokémiai leválasztása (lúgos)	Karbonátok		- Karbonátok kikristályosítása alacsony hőmérsékleten	3.9.3
Cink-vas	Karbonátok		- Karbonátok kikristályosítása alacsony hőmérsékleten	3.9.3
Kromátózás, passziválás	Cink-, vasionok, és egyéb fémionok (szulfátok, konverziós termékek)		- Hígítás és pótlás	
Alumínium pácolás Lúgos marató visszanyerése	Beoldódott alumínium, Al(OH) ₃	A regenerálás gazdaságossága jelenleg kérdéses	- Al(OH) ₃ és NaOH eltávolítása	
Alumínium anódizálás (kénsavas)	Beoldódott alumínium	Rendszerint gazdaságosabb az oldat cseréje, és a régi oldat felhasználása szennyvíz semlegesítésre	- Retardáció (ld. a megjegyzéseket)	3.9.2
Alumínium anódizálás (krómsavas)	Beoldódott alumínium, 18. Cr(III)ionok		- Hígítás és pótlás - Megfelelő anód – katód arány	
Elektrolitikus színezés	Sn(IV)ionok Alumínium feldúsulás	A szűrés nem megfelelő	- Hígítás és pótlás	

Műveleti oldat	Zavaró szennyező	Megjegyzések	Regenerálás módja	Hivatkozás
Színezés szervesetlen anyagokkal	Szulfát és foszfát behordás Vas-hidroxid	Hatással van a színre	- Hígítás és pótlás - Szűrés	3.9.1
	Vas(II)-ammónium-oxalát		- Kezelés H ₂ O ₂ -vel	
Színezés szerves festékekkel	Számos szennyezőanyag		- A regenerálás bonyolult	
Ezüstözés	Bomlástermékek, kálium-karbonát	Kálium-alapú	- Hígítás és pótlás	
Takaréköblítés	Fémhidroxidok, pH -tól függően, felületaktív adalékok, algák		- Szűrés	3.9.1
Foszfátózás	Fémek, pH		- Szűrés, a fémkoncentráció és a pH beállítása	

15. táblázat: Műveleti oldatok regenerálása

3.9.1 Műveleti oldatok szűrése

Leírás Az elektrolitban lebegő szilárd szemcsék negatív hatásúak lehetnek a bevonat minőségére (különösen, ha a szemcsék beépülnek a bevonatba). A műveleti oldatok szűrésének az a feladata, hogy eltávolítsa az oldatba a munkadarabbal behordott (sorja, vagy egyéb szennyeződés), illetve az anódiszapból, vagy a levegőből bekerülő szemcséket, valamint a folyamat során keletkező oldhatatlan vegyületeket (általában fém-sók hidrolízis termékei). A szilárd szemcsék folyamatos eltávolításának biztosításához a műveleti oldatot szűrőn keresztül áramoltatják át.

Elért környezeti előnyök Műveleti oldat élettartamának megnövelése.

Ellenhatások Többlet energia a szivattyúzáshoz.

Szűrőközegként regenerálható anyagok javasoltak, mivel nagyobb hulladék mennyiség keletkezik eldobható szűrők használatakor.

A szűrők többé nem használhatók fel, még visszamosás esetén sem, mivel általában veszélyes oldat maradványokkal szennyezettek, és veszélyes hulladékként kell elhelyezni őket.

Alkalmazhatóság Sok oldat esetében előnyös. A műveleti oldatok szűrése a normál gyakorlat része a felületkezelésben, a műveleti oldatok élettartamának meghosszabbításához.

Gazdasági szempontok A szűréshez szükséges beruházás kicsi. Megvalósításának gazdasági oka az, hogy a nem megfelelő szűrés minőségi problémákat okoz a felületkezelésnél, a műveleti oldatot korábban le kell cserélni, mint arra egyébként szükség lenne, továbbá a selejtes munkadarabok esetében felmerülnek az újragalvanizálás költségei.

Megvalósítást ösztönző tényezők Műveleti oldat cseréje gyakoriságának csökkenése.

3.9.2 Retardáció

Leírás A retardáció ioncserélő gyantával végzett adszorpciós eljárás (nem ioncsere!). Fém-sókkal szennyezett savak visszanyerésére használható. Az erre a célra készített, finomszemcsés, erősen bázisos gyanta a disszociálatlan savat adszorbeálja, míg a fém-só az oldattal együtt áthalad a gyantán. A savat tiszta vízzel mossák le a gyantáról.

Alkalmazhatóság Elsősorban anódizáló oldatokból az alumínium-szulfát eltávolítására használják. Értékesebb pácsavak szintén visszanyerhetők ily módon.

Elért környezeti előnyök A sav jelentős része visszavezethető a termelésbe.

Ellenhatások A visszanyert sav több-kevesebb sóval, a maradék sóoldat savval szennyezett. Beruházási költségei magasak.

3.9.3 Karbonátok és fém-szulfátok kikristályosítása

Leírás A hideg kikristályosítás az a technika, amellyel a zavaró hatású sók szelektíven elkülöníthetők a műveleti oldattól. Ezek a sók a fémek vagy fémoxidok beoldódásával (pácolás), vagy pedig nem kívánt reakciók révén (pl. cianidok oxidációja karbonáttá) keletkeznek. Az

oldat < 5 °C alá hűtéskor a legtöbb só oldhatósága csökken. Lehűtéskor az oldatból csak bizonyos sók kristályosodnak ki, miközben a többi oldatban marad.

Könnyen hasznosítható, egyszerű rendszerek, ahol az oldatot egy kádba szivattyúzzák, és hagyják lehűlni a téli leállás idején. Ez lehetővé teszi egyéb karbantartási feladatok elvégzését, mint pl. a kádbélés épségének ellenőrzése, a törött szerszámok és a kádba esett munkadarabok eltávolítása.

Elért környezeti előnyök A műveleti oldat élettartamának meghosszabbítása.

Ellenhatások Ahol ezt a módszert alkalmazzák, a hűtéshez többlet energiára van szükség. Erre a melegebb időszakokban lehet szükség.

Anódizálásnál, a hűtéshez szükséges többlet energia igényt kompenzálják a kikristályosításból származó előnyök.

Cianidos oldatoknál, a kicsapott karbonát cianidot tartalmaz.

Üzemeltetési adatok A kikristályosítással elérhető élettartam növelés az alábbiak függvénye:

- az elektrolitból kifagyasztandó só típusa,
- a só képződés folyamata,
- a művelethez szükséges idő.

Sok esetben ezt a műveletet télen végzik, általában a leállás ideje alatt, pl. Karácsonykor, amikor az oldat magától lehűl.

Alkalmazhatóság Az egyes alkalmazási területek különbözősége miatt minden egyes eset egyedi vizsgálata ajánlott.

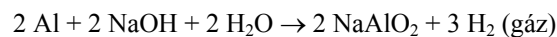
Gazdasági szempontok Az egyszerűbb rendszerek, amelyek a kifagyasztáshoz kihasználják a téli alacsony hőmérsékletet, csupán egy kádat és egy szivattyút igényelnek (de nagy az elfolyás veszélye).

Példaüzemek Németországban kb. a felületkezelő berendezések 10 %-ánál alkalmaznak ilyen technikát.

3.9.4 Anódizálásnál alkalmazott lúgos marató visszanyerése

Leírás A forró nátrium-hidroxid oldat dekoratív, matt felületet hoz létre, egy vékony alumínium réteg eltávolításával. Ezt a maratósi folyamatot az alumínium és a nátrium-hidroxid között lejátszódó reakció eredményezi, melynek során nátrium-aluminát és hidrogén gáz keletkezik:

Maratóskor lejátszódó reakció:

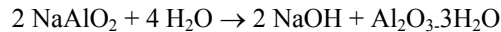


Általában a maratósi folyamat felelős a szennyvízkezelő rendszerben lévő alumínium 80 – 90 % -áért.

Kémiai stabilizátorokat (komplekképzőket) adnak az oldathoz az alumínium-hidroxid kicsapódásának megakadályozására, a marató kádban. Vizet használnak a munkadarab felületéről a marató oldat leöblítéséhez. Az öblítővíz elszállítja az alumíniumionokat és a nátrium-hidroxidot a szennyvízkezelő rendszerbe.

Ha nem használnak stabilizátorokat, a nátrium-aluminát koncentráció túl magassá válik, és hidrolizálni fog, alumínium-oxid-trihidrát ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) és szabad nátrium-hidroxid képződéssel.

A hidrolízis a következő reakció alapján megy végbe:



Ez a reakció Bayer-eljárásként ismert, és főként az alumíniumiparban alkalmazzák, a timföldgyártáshoz. Ha az ellenőrzés nem megfelelő, sziklakemény alumínium-hidroxid kéreg keletkezik a maratókádban.

Egy regeneráló rendszer folyamatosan keringteti a marató oldatot a maratókád és egy különálló kristályosító kád között. Ekkor a kristályosító kádban, a marató oldatból timföld kristálycsírák válnak ki. Így kéregképződés nélkül regenerálható a marató oldat.

A kristályosítóban keletkezett, hidratálódott timföld kristályok egy ülepítő szakaszban válnak ki. A regenerált – csökkentett alumínium és megnövelt szabad nátrium-hidroxid tartalmú – marató oldatot a kristályosító tetejéről közvetlenül visszatáplálják a marató fürdőbe. A timföld kristályokat rendszeresen eltávolítják a kristályosító kád fenekéről, majd vákuum szűrőben víztelenítik.

Elért környezeti előnyök Regenerálással az üzem szilárd hulladéka 80 %-ot meghaladó mértékben csökkenthető, miközben a nátrium-hidroxid (és a semlegesítés) költsége is több, mint 70 %-kal lesz kisebb.

Ezek az eltávolított timföld kristályok számos helyen használhatók fel a timföld helyettesítésére (a minőség függvényében).

Ellenhatások Az előírt termék minőség miatt szükség lehet különböző adalékokra a marató oldatban, amikből szennyeződések keletkezhetnek. A visszanyert timföld minősége ezért gyenge, és közvetlenül nem használható.

Gazdasági szempontok E rendszerek beruházási költsége viszonylag magas, a regenerálás gazdaságossága jelenleg kérdéses.

Megvalósítást ösztönző tényezők Gazdaságosság és hulladék csökkenés.

3.9.5 Aktívszenes kezelés

Leírás Az aktívszenes szűrés egy speciális szűrési forma. Az elektrolitban lévő szervesanyag bomlástermékek zavaró hatásúak lehetnek az elektrolitikus fémleválasztásra vagy magára a fémbevonatnak a tulajdonságaira. Ezeknek a bomlástermékeknek a döntő része aktívszenes kezeléssel eltávolítható az elektrolitból. A szükséges aktívszén mennyisége függ az eltávolítandó bomlástermékek mennyiségétől: max. 10 g/l lehet.

Az aktív szenet bekeverik az elektrolitba, majd – megfelelő reakcióidőt követően – szűréssel eltávolítják. A normál szűrés, és a by-pass ágba beépített aktívszenes szűrőgyertya kombinációjával folyamatosan eltávolíthatók az elektrolitból mind a szilárd szennyeződések, mint pedig az oldható szerves bomlástermékek.

Elért környezeti előnyök Műveleti oldat élettartamának megnövelése.

Elvileg az elszennyeződött aktívszén regenerálható, azonban általában ez nem gazdaságos vagy egyéb káros hatások kapcsolódnak hozzá.

Ellenhatások A szivattyúzáshoz plusz energiára van szükség. A kimerült aktívszenes szűrőket veszélyes hulladékként kell elhelyezni.

Üzemeltetési adatok A folyamat nem specifikus, eltávolítja az aktív hatóanyagokat is. Ezért azokat pótolni kell a műveleti oldatban.

Alkalmazhatóság Az eljárást széles körben alkalmazzák, gyakran fényes nikkelt elektrolitokhoz.

3.9.6 Fémzennyezők eltávolítása ioncserével

Leírás Olyan oldatokban, ahol az anionokat hasznosítják (elsősorban kromáttartalmúak) az ioncsere a nem kívánt fémionok (kationok) eltávolítására használható. Speciális tulajdonságú – pl. az erős oxidálószernek ellenálló – kationcserélő gyantákat alkalmaznak.

Elért környezeti előnyök A műveleti oldat élettartamának meghosszabbodása.

Ellenhatások Az ioncserélő oszlop regenerálásánál keletkező eluátumokat a szennyvízkezelő berendezésben kell kezelni.

Alkalmazhatóság Ezt a technikát by-pass üzemmódban alkalmazzák a műveleti oldatok regenerálásához, pl. a foszforsavas pácolásnál és a krómozó elektrolitoknál. Nagyon fontos a Cr(III)-alapú elektrolitoknál, habár ellenőrzése bonyolultabb lehet, mint más ionoké. A megfelelő gyanta kiválasztása nagyon fontos.

Az elektrolitokban lévő fémzennyezők savas kationcserélő gyantákkal távolíthatók el, pl. a krómfürdőknél: az Fe(III)-, a Cr(III)-, a Ni-, a Cu- és a Zn-ionok eltávolítása.

Példa: krómsavas passziválás horganyzást követően. Néhány hetes munka után a fürdő Zn-ionokat tartalmaz, amit el kell távolítani az oldat élettartamának megnövelése érdekében. Ha az oldatban a cinktartalom meghalad egy bizonyos értéket, azt le kell cserélni. A cinkionok kationcserével eltávolíthatók.

Gazdasági szempontok A technológia drága, kisebb berendezéseknél nem biztos, hogy megtérül. A Na_2CrO_4 regenerálása a passziváló oldatból nem lehet gazdaságos.

Megvalósítást ösztönző tényezők A technika könnyen beilleszthető a termelő sorba.

Példaüzemek A króm(VI)tartalmú oldatokat kationcserélő gyantán vezetik keresztül. A megtisztított króm oldatot azután bepárolják, és visszavezetik az oldatba.

3.9.7 Elektrolízis – műveleti oldatok tisztítása

Leírás Néhány fémzennyező szelektíven eltávolítható az elektrolitokból alacsony, 0,05 – 0,3 A/dm² áramsűrűségen. A szelektív tisztítás határfoka megnövelhető a szelektív tisztító cellán át gyorsabb keringetés révén.

Elért környezeti előnyök A műveleti oldat élettartamának meghosszabbodása.

Üzemeltetési adatok Nem csupán a fémzennyezőket, hanem a szerves adalékok egy részét is eltávolíthatja. Ezért az elektrolitikus tisztítást a minimálisra kell csökkenteni, vagy pedig pótolni kell a hiányzó szerves adalékokat.

3.9.8 Elektrolízis – fémfelesleg eltávolítása a műveleti oldatból

Leírás Olyan fémtartalmú műveleti oldatok esetében, amelyeknél az anódos áramkihasználás nagyobb, mint a katódos (ilyen pl. a cink és a nikkelt), a növekvő fémtartalom problémákat

okozhat, túl vastag bevonat leválásához vezethet. A koncentráció elektrolízissel csökkenthető – amit általában „kigalvanizálásnak” neveznek.

Elért környezeti előnyök Újragalvanizálás csökkenése.
Az oldott fém öblítőbe áthordásának minimalizálása.

Üzemeltetési adatok A magas katódos áramkihasználás esetén inkább oldhatatlan anódok és külső fém beoldás alkalmazása célszerű, ld. 3.7.1 pontot.

Alkalmazhatóság Az oldódó anódokkal működő horganyzás és nikkelezés.

Megvalósítást ösztönző tényezők Folyamat szabályozás és az újragalvanizálás minimalizálása.

3.9.9 Elektrolízis – melléktermékek visszaoxidálása

Leírás Az ABS műanyag krómsav/kénsavas maratása során oxidálódik és oldódik a műanyag butadién komponense, egyidejűleg króm(III)ionok keletkeznek. Mind a szerves bomlástermékek, mind pedig a króm(III)ionok zavarják a folyamatot, amennyiben meghaladják a megengedett koncentrációt.

Kerámia membrános elektrolízis a megfelelő eszköz a műveleti oldat folyamatos regenerálásához.

Lehetséges a króm(III)ionok oxidálása membrán nélkül is, megfelelő anódos, illetve katódos áramsűrűség alkalmazásával.

Elért környezeti előnyök Műveleti oldat élettartamának 3 – 4-szeresre növelése.

Alkalmazhatóság ABS műanyag munkadarabok krómsav/kénsavas maratása.

Megvalósítást ösztönző tényezők Termék és folyamat minőség javulás.

3.9.10 Zsírtalanító oldatok karbantartása

3.9.10.1 Egyszerű módszerek

Az egyszerű módszerek leírása

- Egyszerű szűrés, cellulóz-alapú szűrőkkel.
- Mechanikai elválasztás szeparátorral.
- By-pass ágba üzemelő gravitációs olaj szeparátorok eltávolítják az olajat/zsírt oly módon, hogy a kis cseppecskék a folyadék felszínén úszó nagyobbakká állnak össze, és így eltávolíthatók. Pneumatikus flotálással ez tovább javítható.
- Az emulgeálódott olaj elválasztása emulzióbontással. A legkönnyebben vegyszeradagolással oldható meg, ami hatástalanítja a nedvesítőszer rendszert és szabaddá teszi az olajat, egyidejűleg a zsírtalanító hatás is megszűnik.

Elért környezeti előnyök Mindegyik eltávolítja az olajat és megnöveli a zsírtalanító oldatok élettartamát.

Jelentős KOI csökkenés a szennyvízben, néhány esetben 50 %-kal.

Ellenhatások

- A leúsztatáshoz és a pneumatikus flotáláshoz szükséges energia felhasználás.
- A demulgeáláshoz szükséges vegyszerek.
- A cellulóz szűrőket időnként le kell cserélni, emiatt nő a hulladék mennyiség.

Üzemeltetési adatok A gravitációs szeparálás a legkevesebb karbantartást igénylő rendszer.

Alkalmazhatóság Az összes zsírtalanító oldat, az oldat élettartama és a beruházási költségek függvényében.

Gazdasági szempontok A leúsztatással végzett mechanikai elválasztás a legegyszerűbb és a legolcsóbb módszer a zsírtalanító oldat felszínén úszó olaj eltávolításához.

Megvalósítást ösztönző tényezők Javuló tisztítási eredmények, a következő felületkezelés kedvezőbb működése és megbízhatósága. Ez viszont csökkenti a selejtet és az újragalvanizálást.

3.9.10.2 Statikus szeparátor zsírtalanító fürdőkhöz

Leírás Statikus szeparátor használata (ahol a működő zsírtalanító fürdőt szakaszosan vagy folyamatosan kezelik) egyszerű technika a fürdő élettartamának megnövelésére, habár szükség lehet a fürdő aktív komponenseinek pótlására, a határfokának megőrzéséhez. Ez az elválasztás egy különálló kádban a kivált olaj természetes dekantálásával meg végbe, vagy az oldat felszínén lévő kotró eszköz, oleofil dob, illetve szkimmer (szalag szeparátor) segítségével.

Elért környezeti előnyök Jelentős KOI csökkenés a szennyvízben, néhány esetben 50 %-kal. A használt oldatok deponálási költségének jelentős csökkenése: a legtöbb esetben 50 – 70 % -os csökkenés.

Ellenhatások Ez az eljárás kevésbé szelektív, és a költségek is alacsonyabbak, mint a membránnal üzemelő technikák esetében. A visszanyert olaj rendszerint szennyezett, és roncsolódott.

Üzemeltetési adatok Ez a technika nagyon egyszerű (nem szükséges membrán). Ellenőrzése is rendkívül egyszerű.

- A zsírtalanító oldat szennyezőanyag tartalmát folyamatosan alacsony értéken tartják, csökkentve a kihordott oldat mennyiséget, illetve minimalizálva az öblítővíz felhasználást és szennyezést.
- Az oldat fő szennyeződését okozó, felszínen úszó olaj eltávolítása.
- Csökkennek a szennyvízkezeléshez kapcsolódó problémák, a flokkulálószeres és a szénhidrogénekből származó iszap mennyiségének csökkenésével, és a magas pH-jú oldatok ritkább cseréje következtében.
- A nagyon finom diszperziók, stabilizált emulziók nehezen, az oldható szerves anyagok (KOI) nem szeparálhatók. A szennyezőanyag koncentráció növekszik a fürdőben, és szükséges lesz az oldat lecserélése, vagy a felületaktív adalék pótlása.

Alkalmazhatóság Csak az úszó réteg, azaz az emulzió frakció egy része távolítható el.

Gazdasági szempontok Nagyon drága technológia.

Megvalósítást ösztönző tényezők

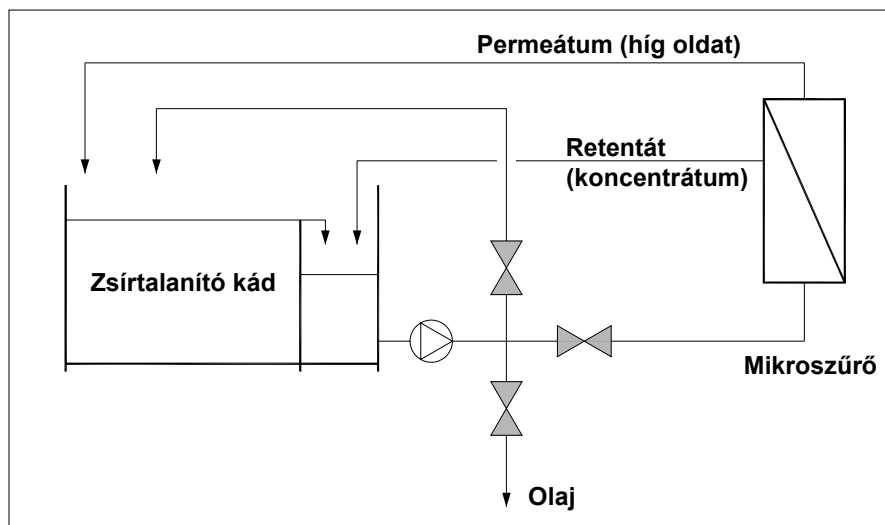
- Zsírtalanítási teljesítmény növekedés.
- Magas és egyenletes minőségű zsírtalanítás iránti fokozott igény.
- A selejt és az újragalvanizálás magas költsége.

3.9.10.3 Emulgeáló zsírtalanító oldatok membrán szűrése (ultra-, mikroszűrés)

Leírás Ahol műszaki célokra erős zsírtalanító rendszereket kell alkalmazni, a tisztító oldat regenerálása drága, sőt kivitelezhetetlen is lehet.

A membrán szűrés technológia, különösen a mikro- vagy ultraszűrés, olyan fizikai elválasztási eljárás, amelyben membránokat alkalmaznak 0,005 – 0,1 μm méretű részecskék eltávolítására (a kisebb részecskék eltávolítását nanoszűrésnek vagy fordított ozmózisnak nevezik). A pórusok méretétől függő nyomáskülönbség szükséges, hogy az oldat áthaladjon a membrán egyik oldaláról a másikra.

A szűrés tangenciális irányú, a folyadék a membránnal párhuzamosan kering, a hagyományos szűréssel szemben, ahol az áramlás a membránra merőleges irányú. Tangenciális szűrés esetén az oldatban felhalmozódnak azok a részecskék, amelyek egyébként eltömítik a szűrőfelületet. A membránon áthaladó folyadék a szűrlet vagy permeátum, ami tisztított detergens oldat, így visszatáplálható a zsírtalanító fürdőbe. A membránon áthaladni nem képes oldat az olajat és lebegő anyagot tartalmazó retenciós termék (retentátum).



14. ábra: By-pass ágba elhelyezett mikroszűrés a zsírtalanító oldatok élettartamának meghosszabbításához

Elért környezeti előnyök Kisebbség és energia felhasználás az erősen szennyezett munkadarabok zsírtalanításakor. Hosszabb oldat élettartam (max. tízszeres). A detergens mennyiségének csökkenése, max. 50 %.

Jelentős szennyezőanyag kibocsátás csökkenés, a kémiai oxigén igény 30 – 70 % -kal csökken. Kevesebb kimerült zsírtalanító oldatot engednek le.

Ellenhatások A mikroszűréshez alkalmazott szivattyú energia felhasználása.

Üzemeltetési adatok A mikroszűrés során minden esetben várható a felületaktív adalékok összetételének megváltozása, szükség van a tisztító oldatban a vegyszerek pótlására. Az oldat olajtartalma állandó, és 2 – 3 g/l –re csökkenthető, a szűrési sebesség függvényében. A fürdő szűrése folyamatos, így a szórófejek eltömődésének veszélye csökken.

Alkalmazhatóság Csupán néhány üzemeltető őrzi meg sikeresen, hosszabb időn át a tisztító oldat minőségét a gyakorlatban. Ezért a zsírtalanító oldathoz alkalmazott membrántisztítási rendszer szoros együttműködést követel meg az üzemeltetők, a berendezés gyártók és a vegyszer szállítók részéről.

E módszer költség hatékonyságának sikere annak valószínűségén múlik, hogy sikerül-e megfelelő membránt találni a zsírtalanító fürdőben előforduló szennyezőanyagok széles tartományához. A berendezések többségét olyan üzemekben használják, ahol az eltávolítandó olajok összetétele többé-kevésbé állandó.

Gazdasági szempontok

- Energia költség: 0,1 – 0,2 kWh / m³ áram felhasználás.
- Nem engedik le a forró, kimerült fürdőket, ezért kisebb a hőenergia veszteség.
- Nem kell leállítani a termelést a zsírtalanító fürdők cseréjéhez.
- A beruházási költség viszonylag magas. Az ultraszűrő rendszer ára függ a helyi körülményektől (kádak térfogata, zsírtalanítás minősége, eltávolítandó olajok mennyisége, stb.).

Megvalósítást ösztönző tényezők

- Az erősen olajos/zsíros munkadarabok emulgeáló rendszer alkalmazását igénylik.
- Nagy teljesítményű zsírtalanító eljárás.
- Magas minőségi követelmények és konstans zsírtalanítási hatások.
- A magas selejt és újra-megmunkálási költség elkerülése.

3.9.10.4 Zsírtalanító oldatok többlépcsős karbantartása

Leírás A többfokozatú rendszer: egyszerű módszerrel az olajok és/vagy zsírok nagy részének eltávolítása, amit diafragmás szűrést követ. Például, gravitációs szűrés, amit ultraszűrés követ.

Elért környezeti előnyök Az összes eljárás eltávolítja az olajat és meghosszabbítja a zsírtalanító oldat élettartamát.

Ellenhatások A leúsztatás, a pneumatikus flotálás vagy bármely más primer kezelés, valamint a következő lépésben üzemelő membránszűrőre szivattyúzás energia felvétele. A demulgeáláshoz alkalmazott vegyszerek.

Üzemeltetési adatok Javul a folyamat megbízhatósága, mind a tisztításra, mind pedig a következő felületkezelési lépésekre vonatkozóan.

A gravitációs szeparáció a legegyszerűbben karbantartható rendszer.

Alkalmazhatóság Ahol a beérkező munkadarabon nagy mennyiségű olaj vagy zsír van, illetve ahol a felületkezelő sor teljesítménye nagy, és/vagy ahol a zsírtalanítás minősége rendkívül kritikus a további felületkezelési lépéseknél.

Gazdasági szempontok Csökken az ultraszűrési igény.

A leúsztatásos mechanikai elválasztás a legegyszerűbb és a legolcsóbb módszer.

Megvalósítást ösztönző tényezők Javul a tisztítás hatásfoka és teljesítménye, valamint a további felületkezelési lépések megbízhatósága. Ennek következtében csökken a selejt és az újragalvanizálás.

3.9.11 Pácolás

A pácoló oldatok elveszítik hatékonyságukat a beoldott fémek, valamint az előző lépésből származó folyamatos öblítővíz behordás miatt, ezért viszonylag sűrűn fel kell erősíteni azokat. Jelenleg nincs a gyakorlatban olyan technika, ami megnöveli a pácolatok élettartamát, habár a kétfokozatú pácolás vagy a pácoló kádba helyezés előtt használt pácoltatba elömártás tekintetbe vehető.

A túlpácolás megelőzése nagyon fontos. A túlpácolás azt jelenti, hogy a pácoló oldat megtámadja az alapfémét, és a felületkezelési technológiában nem kívánt mellékhatás lép fel, pl.:

- nagyobb sav felhasználáshoz, valamint az alapfém erősebb magmaródásához vezet, emiatt nő a keletkezett hulladék mennyiség is (a beoldódott fém kicsapódik a szennyvízkezelésnél és nő a keletkező sav hulladék mennyisége),
- jelentős minőség csökkenés lép fel az alapfémekben (hidrogén ridegedés),
- romolhat a munkadarab felületének minősége és/vagy károsan változhat a mérete.

A túlpácolás megakadályozható ún. pácolási inhibitorok adagolásával, amelyek használata széles körben elterjedt.

A pácoláshoz használt sav felhasználás csökkentésére irányuló intézkedések

Leírás 0,5 l/perccel üzemelő, háromfokozatú sósavas rendszert sikeresen alkalmaznak a munkadarabokról a hőkezelési reze eltávolítására, a galvanizálást megelőzően. A rendszer azonos a kaszkád öblítésével, kivéve, hogy 32 %-os sósavat használnak víz helyett.

Elért környezeti előnyök Az oldat élettartamának megnövelése. Egy háromfokozatú kaszkád rendszer 50 %-kal csökkenti a vegyszerfogyást.

Kisebb, folyamatos sósav terhelés könnyebben ártalmatlanítható a szennyvízkezelés során, kiküszöbölve ezáltal a szakaszosan kibocsátott sav miatt fellépő kezelési problémákat.

Üzemeltetési adatok A selejt arány jelentős csökkenése, mivel a kaszkád rendszerben a sav koncentrációja és hatékonysága állandó marad, ellentétben a „szakaszos pácolás és lecserélés” rendszerrel, ahol a sav koncentrációja folyamatosan csökken egészen addig, amíg lecserélik.

Alkalmazhatóság Ahol a felhasznált sav mennyisége jelentős, reze munkadarabokat kell pácolni, ott a pácolás minősége problémás, mivel a kezelendő munkadarabok felülete (pl. a hőkezelésnél keletkezett reze) ellenáll a pácolásnak, és folyamatosan friss savat igényel, vagy a sav szakaszos leengedése a szennyvíz rendszerbe káros hatású a kezelésre.

Gazdasági szempontok Az anyag felhasználásnál elért költség megtakarítás ellensúlyozza a többfokozatú pácolás nagyobb berendezés igényét.

Csökken a selejt arány.

Megvalósítást ösztönző tényezők Többfokozatú pácolásnál nő a folyamat stabilitása, csökken a selejt arány, költség megtakarítás keletkezik.

3.10 Fémvisszanyerés

Ez a fejezet a felületkezelő berendezésekben lévő fémvisszanyerő rendszerekre vonatkozik, külső eljárásokra nem.

3.10.1 Elektrolitikus visszanyerés

Leírás A fémek elektrolízissel visszanyerhetők. A rendszert széles körben alkalmazzák nemesfém visszanyerésre, de más fémek visszanyerésére is felhasználható, pl. a kihordott nikkhez. A kereskedelemben kaphatók megfelelő elektrolizáló cellák, különböző méretekben, amelyekkel a fémtartalom 100 mg/l alá csökkenthető.

Másik lehetőség a takaréköblítők elektrolízise. Ekkor a takaréköblítőben a fémionkoncentráció folyamatosan az adott műveleti oldat koncentrációjának tizedrésze körül állandósítható úgy, hogy éppen annyi fémet elektrolizálnak ki, mint amennyit a munkadarabok behordanak.

Elért környezeti előnyök Fémek visszanyerése újra felhasználáshoz.

A kihordott fém koncentrációjának csökkenése az öblítővízben, ennek következtében a fémtartalom csökkenése a szennyvízben is. A cianidtartalmú oldatokból történő elektrolitikus fémvisszanyerésnél a cianid anódosan roncsolódik, a fém kinyeréssel párhuzamosan.

Takaréköblítő elektrolízisekor a kihordott fémion 90 %-a fémlemez formában visszanyerhető és magában az üzemben újra hasznosítható.

Ellenhatások Az alacsony áramkihasználás következtében magas az energia igénye.

Üzemeltetési adatok A nemesfémek elektrolitikus visszanyerése esetében a követelmény az, hogy az elektrolitikus reaktor képes legyen a fém koncentrációt nagyon kis értékre (≤ 1 ppm) csökkenteni. Ilyen koncentráció esetében az áramkihasználás nagyon kicsi. Az összes esetben egy egyszerű, sima katódlemez elvileg elegendő, azonban, ha magas áramkihasználás az elvárás (mind a nemesfémek, mind pedig az átmeneti fémek esetében), bonyolultabb katódforma (pl. forgó cső cella, grafitcső katód), vagy fluid ág szükséges a katódfelület csökkenésének kompenzálásához. Az összes esetben (beleértve az anódos oxidációt is) nem oldódó anódot kell használni.

A katód rendszerint lemez, fólia vagy granulátum, általában a visszanyerni szándékozott fémből, azonban KO acélból vagy egyéb fémből is készülhet, amely lehetővé teszi a bevonat mechanikai elválasztását az eredeti katód anyagtól, vagy amelyről anódos oldással eltávolítható a leválasztott bevonat. A vas, KO acél, porózus szén, grafit szemcsék, fémezett üveg vagy műanyag gyöngyök, valamint a fémezett szövet mind az erre a célra alkalmazott anyagokra példa. Az, hogy milyen választék jöhet szóba katód anyagként, azt alapvetően a fémbevonat leválasztását követő kezelés természete határozza meg. Mindenesetre, a katódfelület, illetve a diffúziós folyamat maximálása a legfontosabb eszközök az elektrolitikus reaktor hatékonyságának növelésére.

Anód anyag lehet: grafit, ólom, ólom-antimon, ólom-ezüst, vagy ólom-ón ötvözet, KO acél, öntött vas, ferro-szilícium, valamint elektroncső fémek (titán, tantál, wolfram, nióbium) nemesfém (platina irídium) vagy nemesfém-oxid (irídium-, ruténium-oxid) bevonattal.

Az anód anyaga rendszerint az alábbiakon alapuló kompromisszum eredménye:

- az adott anyagon lejátszódó reakciók túlfeszültségi jellemzői,

- anód korrózió, mechanikai tulajdonságok és a kereskedelemben kapható forma,
- ár.

Az üzemeltetési feltételek a visszanyerni kívánt fém függvényében változnak; az aranyhoz javasolt feltételek: pH \geq 10, cella feszültség 8 V, áramsűrűség 20 A/dm², hőmérséklet > 60 °C, anód – katód távolság 8 – 16 cm.

Az elektrolitikus fém visszanyerés további előnyei az ioncserés módszerrel szemben:

- nem nő az oldott só koncentráció,
- egyéb fémek hasonló koncentrációjú jelenléte általában nincs hatással a visszanyerni kívánt fém eltávolításának sebességére.

A nemes fémek – elektropozitív tulajdonságaik miatt – könnyebben választhatók le elektrokémiai úton, mint a nem-nemesfémek.

Elektrolitikus fémvisszanyeréshez az alábbi oldatok különösen megfelelnek:

- galvánfürdőből kihordással feldúsult öblítővíz,
- a kémiai fémbevonatot leválasztó fürdőből kihordással feldúsult öblítővíz és a kimerült fürdő, kivéve a foszfáttartalmú oldatokat,
- színesfém-tartalmú öblítővizek kezelésénél a kationcserélő gyanta kénsavas regenerátuma.

A visszanyert fémek tisztasága lehetővé teheti közvetlenül az üzemben anódként történő újrafelhasználást, egyébként hulladékfém kereskedőkön keresztül kell értékesíteni.

Takaréköblítő elektrolízisekor hagyományos, párhuzamos elektródú cella használható, az áramkihasználás megközelíti a 100 %-ot.

Alkalmazhatóság Az aranyat és az ezüstöt jóval több, mint 50 éve nyerik vissza elektrolitikus úton. A nemesfémekhez széles körben alkalmazzák, használható továbbá az átmeneti fémekhez is.

Gazdasági szempontok Nemesfémek esetében költség-hatékony.

Átmeneti fémek esetében is költség-hatékony lehet, pl. ahol csökkennek a szennyvízkezelési költségek (tőke és üzemeltetési költségek).

Az üzemben végzett elektrolízis esetében felmerülnek beruházási és személyi (mind munkaidő, mind pedig szakértelem), valamint energia költségek is, az alacsony áramkihasználás következtében (kg/ampóra). Ez ellentételezhető cianidos oldatoknál, ahol párhuzamosan cianid roncsolás is lezajlik.

Fluid ágyas cellánál: Habár ez a technika a legtöbb fémhez használható, gazdasági megfontolások behatárolják alkalmazását, egyrészt az értékes, másrészt a könnyen újrafelhasználható fémekre. Heti 1 –től 150 kg színesfém nyerhető vissza az oldatból. Az oldat lehet nagyon híg, tipikusan 100 – 500 ppm – tartalmú (0,1 – 0,5 mg/l).

Névleges kapacitás	Beruházási költség (angol fontban)	Tipikus üzemeltetési költség (font/év)
< 1,5 kg/hét	6500	75
< 5 kg/hét	14000	115
< 30 kg/hét	24000	300
< 150 kg/hét	68000	800

16. táblázat: a fluid ágyas elektrolitikus cella tipikus beruházási és üzemeltetési költsége

3.10.2 Ioncsere – nemesfémek visszanyerése öblítővizekből

Leírás A tömény oldatokban lévő nemesfémeket általában elektrolitikusan nyerik vissza, míg a hígabb oldatokat – amelyek néha csupán néhány mg/l-esek – ioncserélő gyantán lezajló fém adszorpció segítségével kezelik.

Az ioncsere csupán bedúsítja a fémeket a gyantában, a későbbi visszanyerés a gyanta elégetésével vagy oldott – de töményebb - alakban a fémionok felszabadítása révén lehetséges. Az elégetésen alapuló fémvisszanyerést oxigénben gazdag atmoszférán, 500 – 600 °C-on végzik; a fém a hamuval együtt marad vissza. A visszanyerés hatásfoka kb. 95 %.

Elért környezeti előnyök Nemesfémek visszanyerése.

Ellenhatások A gyanta elégetéséből származó emisszió.
Nagyobb sókoncentráció a gyantaregeneráláskor.

Üzemeltetési adatok Arany és egyéb nemesfémek esetében a módszer OH^- vagy Cl^- formában lévő, erősen lúgos anioncserélő gyantával történő öblítővíz kezeléssel alapul. A módszer nem működik jól lúgos-cianidos vagy kloridos öblítővizeknél. Az adatok alapján az ioncserélő gyanta hasznos kapacitása 100 g arany/1 liter gyanta.

Tipikusan a berendezés két darab, sorba kapcsolt ioncserélő oszlopból áll, az első viseli a fő terhelést, míg a második a többletet. Minden oszlop legalább 4 liter gyantát tartalmazzon annak érdekében, hogy hatékony legyen.

Nagy mennyiségű öblítővíz esetében az egyik lehetőség a nemesfémfürdő utáni első takaréköblítő kezelése. A kezelés zárt rendszerű ioncserével megy végbe. Ez olyan alacsony aranytartalmat biztosít a takaréköblítőben, hogy a további kihordási veszteség a következő kaszkádöblítésnél már elhanyagolható.

Az ezüst visszanyeréshez enyhén lúgos, anionos ioncserélő gyanta szükséges, amit regenerálás, majd a regenerátumból elektrolitikus visszanyerés követ. Általában a gyanta kapacitása 50 – 75 g ezüst/liter (vagy arany/liter) gyanta. További lehetőség, amikor az ioncserélőt az öblítővíz keringtetési körbe építik be, és időnként regenerálják. A nemesfémeket ezt követően a koncentrátumból elektrolízissal nyerik vissza. Ezüst esetében ez jól bevált gyakorlat.

Az nyhl iparban alkalmazott palládiumot kloridtartalmú savas oldatokból (pH kb. 2) nyerik vissza, ahol az kloro-komplex alakban van jelen, ehhez erősen lúgos ioncserélő gyantákat használnak. Ugyanezzel az eljárással lehet a palládiumot könnyen elválasztani a réztől. Általában a gyanta kapacitása (ugyanolyan típusú gyanta, mint az arany esetében) 30 – 50 g Pd/liter gyanta között változik.

3.10.3 Kromátozás

Leírás A galvanizálással ellentétben, a kromátozó oldatokat bizonyos üzemeltetési időt követően le kell cserélni. Ezekben az oldatokban ugyancsak oldódik és feldúsul a cink, és az egyéb fémek, és végül elveszítik hatékonyságukat, ezért le kell cserélni őket, helyettük új oldatot kell készíteni. Számos kísérletet végeztek a kromátozó oldatok visszanyerésére, főként ioncserélővel és diafragmás technológiával.

Elért környezeti előnyök Hosszabb fürdő élettartam és a fém visszanyerése.

Ellenhatások A regeneráláshoz felhasznált energia és vegyszerek.

Gazdasági szempontok A regenerálás rendszerint csak viszonylag tömény és nagy értékű oldatok esetében költség-hatékony, pl. ezüstöt tartalmazó fekete kromátozó oldatok. Horgany bevonathoz alkalmazható új kromátozó oldat ára csupán 3 – 4 Euro/liter (2002). Ez megnehezíti a beruházási költség, az energia felhasználás és a visszanyerés érdekében tett karbantartási tevékenység megtérülését.

3.10.4 Lecsapás

Ld. a 3.13 és 3.14 pontokat.

3.11 Nyomtatott huzalozású lemezek gyártása

- A nyomtatott huzalozású lemez (nyhl) az elektronikus készülékek, műszerek, berendezések alapvető fontosságú építőeleme, az aktív és passzív alkatrészek valamint ezek villamos összekötésére szolgáló huzalozás hordozója.

- Az nyhl alapja egy villamos szigetelő hordozó lemez, amelyen az egyes alkatrészek (ellenállások, kondenzátorok, félvezetők, integrált áramkörök, processzorok és memória chippek stb.) kivezetéseit réz vezetősávok kötik össze. Az alkatrészek kivezetései vagy a szigetelő hordozó furataiban helyezkednek el és rögzítésüket ill. elektromos érintkezésüket lágyforrasztással biztosítják a furatok körül kialakított forrszemeken, vagy közvetlenül kapcsolatba kerülnek a huzalozást hordozó felületen kialakított érintkezőfelületekkel (felület-szerelt lap ill. alkatrészek) és az állandó kapcsolat forrasztással vagy az elektromosságot vezető ragasztással jön létre.

- A nyomtatott huzalozású lemezzel szemben támasztott különféle követelmények hatására kialakultak az adott alkalmazási célra legjobban megfelelő lemeztípusok. A lemez vázszerkezetének anyaga fenolgyantával átitatott papír, epoxigyanta-papír, epoxigyanta-üvegszövet. Speciális célokra kerámia vagy teflon illetve más flexibilis anyagokat alkalmaznak. A szigetelő alaplemez egyik vagy mindkét oldalát rézfólia borítja, amelynek vastagsága általában 18 – 105 mikrométer, a tervezési követelményektől függően.

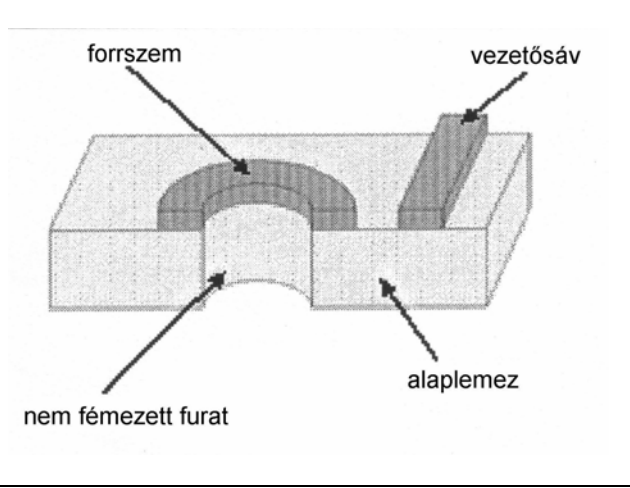
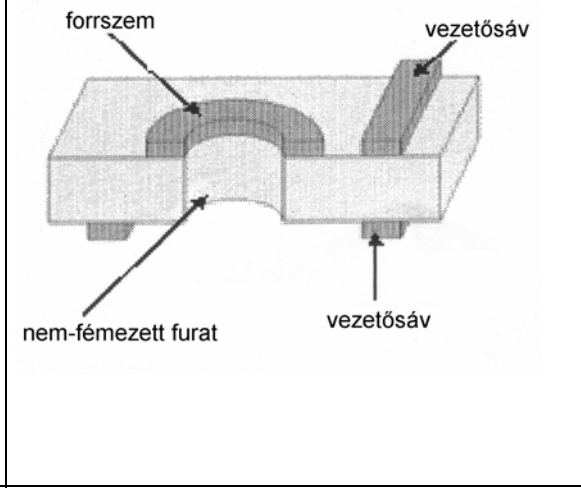
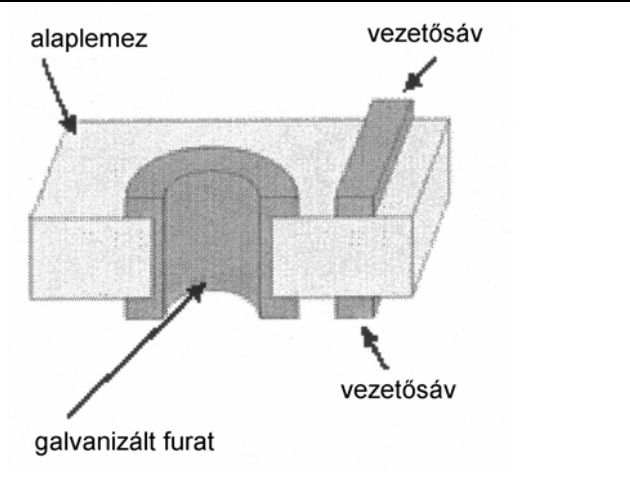
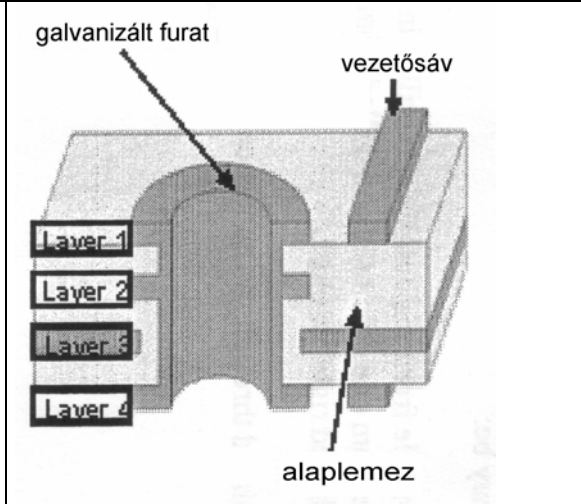
A vezetősávok rétegszáma szerint megkülönböztethetünk egyoldalas, kétoldalas vagy többrétegű lapokat. Az egyoldalas lapokon az alkatrészeket összekötő vezetómintázat csak a szigetelő hordozó egyik oldalán helyezkedik el. A kétoldalas nyhl-ken a huzalozás a szigetelőlemez mindkét oldalán megtalálható és a két oldal közti villamos összeköttetést a furatfémezés biztosítja. A többrétegű lap kettőnél több rétegben felváltva tartalmaz vezetómintázatot és közöttük szigetelőréteget. Az egyes rétegek vezetőrajzolatát szükség szerint furatfémezéssel köthetik össze.

Az összekötő furatok lehetnek:

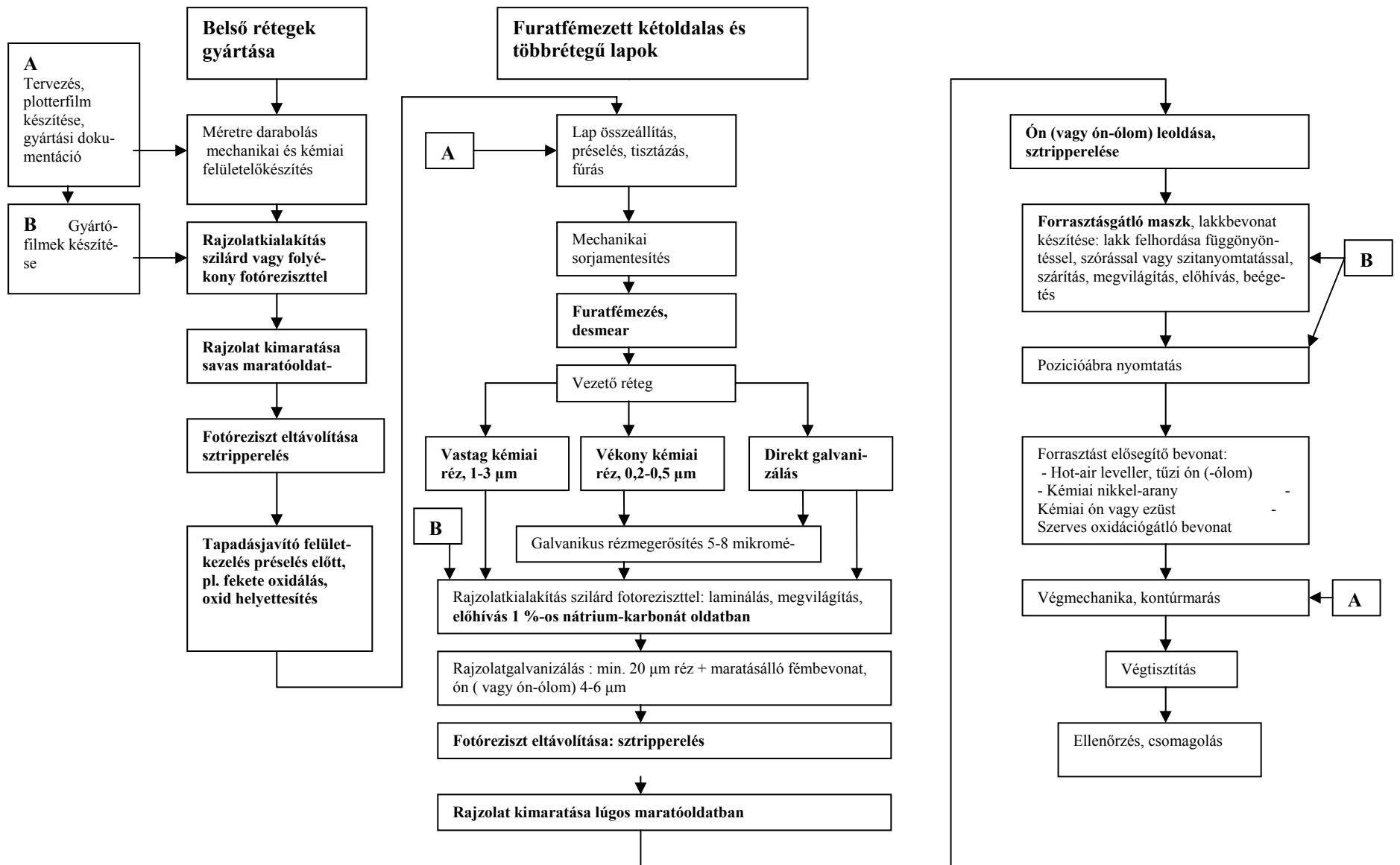
- eltemetett furatok, a külső rétegeken nem láthatók és csak a belső rétegek furatai
- zsákfuratok, az egyik külső réteg felől láthatók és a furat is innen készült
- mindkét oldalról látható átmenő furatok.

- Magyarországon kizárólag az ún. szubtraktív technológiával gyártanak lemezeket. Ennek során a rézfóliával bevont alaplemezen megfelelő módszerrel előállítják a vezető mintázat maratásálló rajzolatát és a felesleges rézfóliát maratással eltávolítják a felületről.

A gyártástechnológia számos bonyolult mechanikai, fototechnikai, nyomdatechnikai (szita-nyomtatás), kémiai és elektrokémiai műveletet foglal magában. A gyártási folyamat fő lépéseit az alábbi ábrák szemléltetik.

 <p>forrsem vezetősáv nem fémezett furat alaplemez</p>	<p>Egyoldalas nyhl forrsemek és veze- tőmintázat csak az egyik oldalon</p>	 <p>forrsem vezetősáv nem-fémezett furat vezetősáv</p>	<p>Kétoldalas nem furatfé- mezett lap A lap mindkét oldalán van vezető rajzolat, de ezek nincsenek villamos össze- kötötésben</p>
 <p>alaplemez vezetősáv galvanizált furat vezetősáv</p>	<p>Kétoldalas furatgal- vanizált lap A lap két oldalán lévő vezető rajzolat a furat falára leválasztott fémréteggel villamo- san össze van kötve</p>	 <p>galvanizált furat vezetősáv alaplemez</p>	<p>Többrétegű nyomtatott huzalozású lemez A külső rétegeken (1 és 4) kívül további vezető rajzo- latot tartalmazó rétegek is vannak, ezek a belső réte- gek. Valamennyi réteg villa- mosan összeköthető a fu- ratokon keresztül</p>

15. ábra



Technológiai lépés	Jellemző anyagok					
	Az egyes termékekben	Szennyvízben	Elszívott levegőben	Légtisztító mosóoldatban	Hulladékban	Lehetséges hulladék feldolgozás
Gyártófilmek előállítás	Fixír oldat: emulziók, ammónium-tioszulfát, ecetsav, nátrium-szulfít, nátrium-tetraborát, alumínium-szulfát, kénsav Előhívó: kálium-szulfít, nátrium-foszfát, hidrokinon, n-butil-dietanol-amin	Fixír oldat: emulziók, ammónium-tioszulfát, ecetsav, nátrium-szulfít, nátrium-tetraborát, alumínium-szulfát, kénsav. Előhívó: kálium-szulfít, nátrium-foszfát, hidrokinon, n-butil-dietanol-amin	Ecetsav, szulfitok		Ezüst	Jó lehetőség az újrahasznosításra mivel az ezüst visszanyerhető
Szitasablon készítés, sablon eltávolítás	Emulziók, hipoklorit, jódvegyületek, halogénmentes szerves oldószerek	Emulziók, hipoklorit, jódvegyületek	Hipoklorit, jódvegyületek			Ártalmatlanítás
Különböző felületkezelések	Rézfóliával borított alaplemez, alumínium, farostlemez	Mechanikai csiszolás: csiszolóhenger morzsák, rézpor Kémiai kezelések: (mikromarató, furatfaltisztítás): nátrium-perszulfát, kénsav, réz, hidrogén-peroxid, nátrium-, kálium-permanganát	SO ₂	SO ₃	Mechanikai lépések: fúrási por (epoxi gyanta/üvegszál, réz, alumínium, fa) Kémiai kezelések: réz-hidroxid, kálium-, nátrium-szulfát	Mechanikai lépések: ártalmatlanítás Kémiai kezelések: a szennyvízkezelés után a szennyvíziszap esetleges feldolgozása
Belső rétegek tapadás-javító kezelése	Hidrogén-peroxid, kénsav, rézvegyületek		SO ₂	SO ₃	Réz-hidroxid	A szennyvízkezelés után a szennyvíziszap esetleges feldolgozása
Mechanikai műveletek: Fúrás Végméretre vágás, marás	Rézfóliával borított alaplemez (rézfólia, epoxigyanta, üvegszövet stb.)		Por (epoxi-gyanta és üvegszál)		Fúrási és marási por (réz, epoxi-gyanta, üvegszál) Feltét és alátét lemezek (farost, alumínium) Fúrós- zárak Alaplemez hulladék	Veszélyes hulladékok ártalmatlanítása erre szakosodott cégeknél Visszaszállítás a gyártóhoz vagy ártalmatlanítás (lerakás) Fémvisszanyerés

Technológiai lépés	Jellemző anyagok					
	Az egyes termékekben	Szennyvízben	Elszívott levegőben	Légtisztító mosóoldatban	Hulladékban	Lehetséges hulladék feldolgozás
Nyomatott huzalozású lemezek galvanizálása						
Furatfémzés kémiai réz alkalmazásával	Kénsav, nátrium-perszulfát, ón-vegyületek, palládium, sósav, formaldehid, EDTA, Quadrol, tartarátok, nátrium-hidroxid, rézsók, stabilizátorok (cianidok, szulfidok, merkaptánok)		Sósav, kéndioxid		Réz-szulfid	A szennyvízkezelés után a szennyvíziszap esetleges feldolgozása Palládium visszanyerés
Furatfémzés direktgalvanizáló eljárással	Tioprén származékok, kénsav, kálium-permanganát, palládium és ónvegyületek, szén ill. grafitpor emulzió		Kéndioxid			Palládium visszanyerés
Rajzolat kialakítás szitanyomtatással vagy szilárd fotórezisztrel	Szilárd fotóreziszt, szitanyomófestékek, fotószenzitív szitanyomó festékek	Poliakrilátok, nátrium-karbonát,	Akrlátok, szerves oldószerek		Védőfólia (PE, PES) szilárd reziszt hulladék, festék hulladék	Festék hulladékok ártalmatlanítása, műanyag hulladékok újrahasznosítása
Rajzolatgalvanizálás	Kénsav, nátrium-perszulfát, ón-szulfát, réz-szulfát, sósav, szerves adalékok (felületaktív anyagok)		Kéndioxid, sósav		Rézhidroxid iszap Ónhidroxid iszap	A szennyvízkezelés után a szennyvíziszap esetleges feldolgozása
A fotóreziszt vagy szitanyomófesték eltávolítása (sztrippelés)	Nátrium-hidroxid, plimerizálódott akrilátok, szerves amminok				Fotóreziszt iszap, Szitafesték iszap	A szennyvízkezelés után a szennyvíziszap ártalmatlanítása
Nyomatott huzalozású lemezek maratása						
Savas maratás	Sósav, rézvegyületek, hidrogén-peroxid, kénsav		Sósav, rézvegyületek, hidrogén-peroxid, kénsav		Sósav, rézvegyületek, hidrogén-peroxid, kénsav	A réztartalmú koncentrátum feldolgozása
Lúgos maratás	Réz(II)-klorid vagy réz(II)-szulfát, ammónium vegyületek, ammónia gáz,		Rézvegyületek, ammónia		Ammónium-, és réz-vegyületek	A maratóoldatból a réz kigalvanizálása
Maratásálló fémreziszt eltávolítása	Salétromsav, fém-vegyületek (ón)		NO _x		Fémvegyületek, ónhidroxidok	Az óntartalmú koncentrátum feldolgozása szakcégnél
Forrasztásgátló (fotoszenzitív) lakkbevonat	Multifunkcionális akrilátgyanták, ketonok, metoxi-propilacetát, nátrium-karbonát	Akrlát monomerek és polimerek, nátrium-karbonát	Halogén-mentes szerves oldószerek (katalitikus levegőtisztítás, égetés)		Festékmaradékok szennyezett csomagolóanyagok	A szennyvízkezelés után a szennyvíziszap ártalmatlanítása

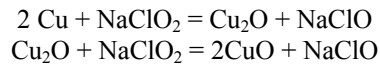
Technológiai lépés	Jellemző anyagok					
	Az egyes termékekben	Szennyvízben	Elszívott levegőben	Légtisztító mosóoldatban	Hulladékban	Lehetséges hulladék feldolgozás
Tűzi ón-ólom bevonat Hot-air-levelling	Ón-ólom ötvözet, hidrogénbromid, polietilén-glikol	Ón-, ólomvegyületek, bromidok	Polietilén-glikol és bomlástermékei		Polietilén-glikol és bomlástermékei, ón-ólom tartalmú salak	Folyasztószer hulladékok égetése ón-ólom visszanyerés
Kémiai nikkelt és arany bevonat	Nátrium-perszulfát, kénsav, sósav, nikkelt-szulfát, nátrium-hipofoszfát, szerves savak, kálium-arany-cianid		Sósav, SO ₂		Nikkel, réz	Arany visszanyerése szelektív ioncserével, A szennyvízkezelés után a szennyvíziszap esetleges feldolgozása
Galvanikus nikkelt és aranybevonat érintkező felületeken	Nátrium-perszulfát, kénsav, sósav, nikkelt-szulfát, szerves savak, kálium-arany-cianid				Nikkel, réz	Arany visszanyerése szelektív ioncserével, A szennyvízkezelés után a szennyvíziszap esetleges feldolgozása
Forrasztóságot megőrző szerves bevonat	Ecetsav, imidazol származékok, ammónium vegyületek		CO ₂ , NO _x , NH ₃ ,	Ecetsav, ammónium-hidroxid		Hulladék ártalmatlanítás

Az nyhl gyártáshoz az elérhető legjobb technikák közül számos már másutt ismertetésre került, illetve utalás történt rá. A környezetvédelmi szempontból fontosabb technológiai lépéseket az alábbiakban részletesen tárgyaljuk.

3.11.1 Belső rétegek előállítása: fekete oxidálás és oxid helyettesítő kezelés

Leírás Az összepréselés előtt a kimaratott vezető rajzolatot tartalmazó lapok rézfelületén a jobb tapadás biztosítása érdekében megfelelő felületi struktúrát (szerkezetet) kell kialakítani. Ezt hagyományosan a rézfelület oxidálása útján érik el.

A lemezeket magasabb hőmérsékleten (80 °C) nátrium-klorit lúgos oldatában kezelik. A reakció során réz(I)- és réz(II)-oxidok keveréke keletkezik.



A reakció megindulásakor első lépésben réz(I)oxid keletkezik, amely további oxidációval csaknem teljesen réz(II)oxiddá alakul. A kezelő oldat a nátrium-hidroxidon és nátrium-kloriton kívül különböző adalékokat, stabilizátorokat és gyorsítókat tartalmaz, amelyek a leváló oxidréteg szerkezetét nagymértékben befolyásolják. A eljárás típusától és a technológiai paramétereiktől (hőmérséklet, nátrium-hidroxid és nátrium-klorit koncentrációja, kezelési idő) függően bronzszínű barna vagy mélyfekete bevonat állítható elő. A bevonat színét a réteg összetétele nagymértékben befolyásolja.

Az eljárás vertikális és horizontális konvektoros berendezésben egyaránt kivitelezhető. A szennyvízkezelés során az elhasznált oxidáló oldatot külön kell kezelni.

A belső rétegek jó tapadását préseléskor újabban oxid-helyettesítő, mikromaratósos eljárással biztosítják. Ennek során egy kénsavat és hidrogén-peroxidot tartalmazó oldatban szigorúan ellenőrzött körülmények közt megmaratják a felületet. A korszerű maratóoldatok már 0,8 – 1,2 mikrométer réz leoldásával megfelelő felületi struktúrát biztosítanak a belső rétegek jó tapadásához. Az oldat stabilitását és rézfelvevő képességét adalékokkal biztosítják. Az oldat üzemeltetési hőmérséklete 30 – 40 °C.

Az eljárás vertikális és horizontális berendezésben egyaránt kivitelezhető.

A szennyvízkezelés nem igényel különleges eljárásokat.

Elért környezeti előnyök

- Kevésbé veszélyes vegyszerek alkalmazása.
- Alacsonyabb üzemeltetési hőmérséklet.
- Kedvezőbb szennyvízkezelés.

Ellenhatások Az új eljárással még nincs elegendő tapasztalat az így gyártott lapok hosszú távú megbízhatóságára.

A kimerült oldatot szakaszosan kezelik.

Nagyobb kapacitású berendezésben az elszívott savas levegőt légmosóban semlegesítik.

Üzemeltetési adatok: Az egyes komponensek koncentrációját a termeléstől függő vegyszerpótlással állandó értéken tartják. A pótlás kiegyenlíti az elpárolgott folyadék veszteséget. Ily módon alig keletkezik szennyvíz.

3.11.2 Műveleti lépések közötti öblítés

Lásd a 3.4 és 3.5 fejezeteket.

A nyomtatott huzalozású lapok mechanikai és kémiai felületkezelése általában vízszintes, konvektoros, technológiai modulokból felépülő berendezésekben történik. Az oldatok áthordá-

sát – a lapok felületén vagy a furatokban – a modulból való kilépésnél elhelyezett levegőkés és/vagy folyadékleszorító hengerek akadályozzák meg. Hasonló hengerek gátolják meg a folyadék kifolyását a lap felületén a modulba való belépéskor.

Az egyes technológiai modulok közt, valamint a szárítás előtt általában háromszoros kaszkádöblítést alkalmaznak. Az utolsó kaszkádöblítőből kilépő vizet célszerűen az előző technológiai oldat elkészítéséhez alkalmazzák.

A vertikális galvanizáló berendezésekben a lapok alakjából adódóan nagyon jól alkalmazható az oldalanként váltakozva, időmegszakítással működő szóróöblítés.

Egy nyomtatott huzalozású lemezeket gyártó üzem vízfelhasználása nagymértékben függ a gyártmányösszetételtől (egyoldalas, kétoldalas és többrétegű lemezek aránya) és az alkalmazott technológiától. Az átlagos vízigény 170 – 600 liter/m² értékek közt becsülhető.

3.11.3 Furatfémezés

Leírás A két- vagy több vezetőrajzolatot tartalmazó, tehát kétoldalas illetve többrétegű nyomtatott huzalozású lemezek vezető rétegei között a furatátfémezés technológiájával biztosítható a villamos összeköttetés.

A technológia három fő lépést foglal magába:

- a furatfal tisztítását a fúrás során elkenődött gyantától (desmear és etch back)
- a furatfal aktiválását és a furatfal vezetővé tételét autokatalitikus kémiai rézbevonat leválasztásával vagy a direkt galvanizálást lehetővé tevő eljárással
- a vezető furatfal megerősítését galvanikus rézbevonattal (5 – 25 mikrométer)

A furatfal tisztítása: A furatok belső falán a technológiából adódóan elvágott üvegfelületek, kikeményedett epoxigyanta és a fúrás folyamán fellépő mechanikai és termikus igénybevétel során előálló elkenődött gyantabevonat található. Ezeket a gyantamaradványokat el kell távolítani, mert rontják a furat falára leválasztásra kerülő rézbevonat tapadását, illetve a jó elektromos érintkezést a belső rétegekhez. A tisztítás az alábbi fő lépésekből áll:

- az elkenődött gyantaréteg fellazítása lúgos butil-diglikol és adalékok oldatában,
- a gyantaréteg leoldása lúgos kálium-permanganát oldatban,
- a maradékok eltávolítása kénsavas hidrogén-peroxid oldatban.

A tömény kénsavat alkalmazó visszamaratási eljárás helyett egyre inkább csak a kálium-permanganátos tisztítási módszert alkalmazzák.

Megfelelő cella alkalmazásával az oldat elektrolitikusan regenerálható és az eljárás vegyszer-szükséglete nagymértékben csökkenthető.

Plazmamaratásos eljárás is létezik, de csak ritkán, speciális alapanyagok esetén indokolt az alkalmazása.

Autokatalitikus kémiai rézleválasztás: A nem-vezető furatfal felület elektromos vezetőrétegének leválasztására szolgáló eljárás. A reakció megindításához a nem-vezető felületet kolloid palládiumot tartalmazó oldatban aktiválni kell. A reakció megindulása után a folyamat autokatalitikusan halad tovább az aktivált felületen. A kémiai rézbevonat leválasztására két módszer lehetséges. Az első esetben egy szobahőmérsékleten dolgozó, kis leválási sebességű rézfürdőben kb. 0,5 mikrométer vastag kémiai rézréteget választanak le és azt azonnal galvanikusan 5-8 mikrométer vastagságúra megerősítik. Ezután kerül sor a felületen a vezető rajzolat maszkjának kialakítására és a vezetősávok, illetve a furat vezető rézrétegének a galvanizálására.

A másik változat szerint egy emelt hőmérsékleten, nagy leválási sebességgel dolgozó kémiai rezező fürdőben kb. 3 mikrométer vastag kémiai rézréteget választanak le. Ennek a további galvanizálása már csak a rajzolat kialakítása után történik.

A nyomtatott huzalozású lemezek vastagságának növekedése (többrétegű lapok) és az alkatrész-sűrűség növekedésével illetve a rajzolat finomodásával együtt járó furatátmérő csökkenés oda vezetett, hogy a furatok hagyományos vertikális berendezésben történő átfémezése már komoly nehézségekbe ütközött. A kis furatokban nem lehetett jó hatásokkal biztosítani az oldatok áramlását, cserélődését. A nagybonyolultságú, kis átmérőjű furatokat tartalmazó lapok megbízható furatátfémezése csak a kényszeráramlást biztosító horizontális berendezésekben lehetséges. A horizontális berendezések további előnye a nagyobb termelékenység és a technológiai oldatok térfogatának jelentős csökkentési lehetősége.

A horizontális berendezések zártak, ezért munkavédelmi szempontból sokkal kedvezőbbek, mint a hagyományos vertikális galvanizáló ill. kezelő berendezések.

Közvetlen fémezés, direktgalvanizálás: Direktgalvanizálásról beszélünk minden olyan esetben, amikor a nem vezető furatfelületet kémiai rézbevonat leválasztása nélkül tesszük oly mértékben áramvezetővé, hogy lehetővé válik közvetlenül a galvanikus rézréteg leválasztása. Az áramvezető bevonat kémiai minőségétől függően alapvetően három eljárás csoportot különböztethetünk meg. A felület vezetővé tehető:

- szén illetve grafit szemcsékkel,
- kolloid palládium alkalmazásával,
- vezető szerves polimerek alkalmazásával.

Elért környezeti előnyök: A direktgalvanizáló eljárások nem tartalmaznak erős komplexképzőt (EDTA) és formaldehidet.

Ellenhatások: Egyes speciális alkalmazási területeken a kémiai rézbevonat alkalmazása előírt követelmény (katonai elektronika, űrkutatás).

A direktgalvanizálás általában horizontális berendezést igényel és ezek gazdaságos üzemeltetése nagymértékben függ a kapacitás kihasználtságától.

Alkalmazhatóság: Kétoldalas és többrétegű furatfémezett lemezek esetén.

Gazdasági szempontok: Egyes direktgalvanizáló eljárások nem függenek a nemesfémek árának tőzsdei ingadozásától.

Megvalósítást ösztönző tényezők: Egyszerűbb szennyvízkezelés, kevésbé veszélyes vegyszerek alkalmazása (nincs formaldehid).

3.11.4 Nyhl galvanizálás

Leírás A galvanizáláshoz alkalmazható általános információkat ld. az előző fejezetekben.

A panelgalvanizálás során a vezetővé tett furatfalakra és az alap rézfólia teljes felületére választjuk le a galvanikus rézbevonatot. Ez a galvanizálási folyamat vertikális és horizontális berendezésben egyaránt megvalósítható.

Horizontális berendezésben az oldat kényszeráramoltatásával jól biztosítható a kis átmérőjű furatokban is a folyadékcsere illetve az anódok optimális elrendezésével a lapok felületén a rézbevonat nagyfokú egyenletessége.

Vertikális berendezésben a folyadékcsere a furatokban a lapok anódokra merőleges mozgásával biztosítják. A megtapadó gázbuborékok eltávolítását a furatokból a befogószerszámok vibrációs rezegtetésével érik el.

A lapokat általában felső és alsó szélükön is rögzítik a szerszámban az egyenletes mozgás és a jó áram-hozzávezetés érdekében.

Az egyes fűrdőket (mikromaratás, savas aktiválás, galvanizálás és öblítés) automata átemelő darukkal szolgálják ki.

A vezető rajzolattal ellátott lapok galvanizálása csak vertikális berendezésben történhet.

Elért környezeti előnyök: Selejt minimalizálása.

Megvalósítást ösztönző tényezők: Termék minőség.

3.11.5 Rajzolat kialakítása szilárd fotórezisztrel, a szilárd fotóreziszt előhívása nátrium-karbonát oldatban

Leírás A szilárd fotóreziszt előhívására szolgáló horizontális, konvejos berendezés általában egy kétlépcsős előhívó kamrából és háromfokozatú kaszkádöblítő modulból áll.

Az előhívóoldat koncentrációját frissítőoldat adagolásával és az elhasznált oldat túlfolyón való eltávolításával tartják állandó értéken. A frissítőoldat adagolása vagy az oldat vezetőképességének mérése vagy a kezelt felület arányában történhet.

A frissítőoldat elkészítése külön oldó tartályban történik. A nátrium-karbonát oldásához és az oldat hígításához célszerűen a berendezésben felhasznált öblítővizet alkalmazzák.

Annak érdekében, hogy csökkentsék a szennyezett előhívó oldat kihordását a következő folyóvizes öblítőbe, az előhívó kamra második lépcsőjében a lapok felületét tiszta előhívó oldattal öblítik.

A szórófejeket tartalmazó csővezeték oszcillálva mozgatják, amelynek hatására a lap felületén jobb oldatcsere biztosítható. A vonalas szóróképző szórófejeket a folyamat haladási irányára vonatkoztatva kereszt irányban, kb. 30 – 40 °-os szögben kell elhelyezni. Több szórófejes csövek esetében azok egymáshoz viszonyítva eltolva helyezhetők el.

Az oldat a megvilágítatlan fotórezisztet kémiai reakció útján oldja. Az elhasznált oldat általában még szerves habzástartó is tartalmaz ezért a reziszttartalmú szennyvizet a többitől általában külön kell kezelni. Általános gyakorlat az oldatot megsavanyítani, majd vas(III)-klorid oldattal és flokkulálószerrel kezelni. A savas oldatból a szerves rezisztkomponensek nagy része kicsapódik és ülepedés után szűrhető. A szűrlet mésztejjel semlegesíthető. Szükséges lehet a KOI további csökkentése. Erre a célra különböző kezelési módszerek állnak rendelkezésre, pl. az ultraszűrés.

Elért környezeti előnyök Vegyszer és víz felhasználás minimalizálása.

Alkalmazhatóság Az összes száraz reziszt előhívó eljárás. Egyes esetekben az előhívó utáni első öblítőben meghatározott keménységű vizet kell használni. Ez nem használható fel a friss előhívó oldat készítéséhez.

Gazdasági szempontok A szennyvízhez ultraszűrő alkalmazásának gazdaságossága függ a kibocsátott szennyvíz mennyiségétől.

3.11.6 Maratás

Leírás Az eredeti rézfólia kb. 60 %-át kell a maratás során eltávolítani a felületről. A maratóoldat réztartalmának növekedésével a maratás sebessége csökken, az oldat elhasználódik. A rézzel telített maratószeret vagy rézmentes friss maratószerrel hígítjuk (frissítéses eljárás) vagy a réztartalmat folyamatosan kigalvanizálással állandó értéken tartjuk.

A maratószer regenerálása és a réztartalom csökkentése célszerűen zárt körfolyamatban történik. Ennek előnyei:

- elmarad a használt maratószer szállítása,
- a friss maratószer vegyszerköltségei csökkennek,
- a visszanyert réz értékesíthető,
- csökkenthető a vízfelhasználás.

Az egyoldalú lemezeket és a többrétegű lapok belső rétegeit, ahol maratásálló maszként nem galvanizált fémbevonatot, hanem általában szilárd fotórezisztet használnak, savas réz(II)-klorid oldatban maratják.

Bevált gyakorlat a savas marató (HCl + H₂O₂) folyamatos ellenőrzése. A sósav koncentrációt automata titráló műszerrel mérik meg, és szükség esetén az előírt értékre állítják be. A redox potenciál redoxelektóddal határozható meg, ami alapján elvégezhető a hidrogén-peroxid pótlása. (Az oldat redox potenciáljának beállítása klórgáz adagolásával is végezhető, de a módszer veszélyessége miatt ezt egyre kevésbé alkalmazzák.)

A maratásnál bevált gyakorlat az első kaszkád rekeszből az öblítővíz visszavezetése a maratóoldatba. A maratási paramétereket – amennyire lehetséges – állandó értéken tartják folyamatos ellenőrzéssel és a regeneráló oldatok pótlásával. Eközben a marató oldat egy részét folyamatosan elengedik. A maratás során keletkező, réz(II)-klorid-tartalmú hulladék oldatot tárolótartályba gyűjtik össze, és arra szakosodott külső cégnek adják át a rézsók és a sósav visszanyerésére. Ezek az alapvegyszerek azután újra felhasználhatók.

Az elszívott savas gőzöket lúgos oldattal (NaOH) feltöltött légmosó segítségével semlegesítik.

Elért környezeti előnyök: Vegyszer felhasználás optimalizálása és a vízigény minimalizálása. A réz és a maratószer visszanyerése, külső cég bevonásával.

Ellenhatások: A hulladék oldatok szállítása, tárolása és kezelése.

A légmosóban lévő lúgos oldatot a hagyományos szennyvízkezelő berendezésben kezelni kell.

Alkalmazhatóság A szilárd fotóreziszt vagy szitanyomat maratómaszkok esetén.

Megvalósítást ösztönző tényezők: Termék minőség.

Munkahelyi levegőtisztasági előírások.

3.11.7 Lúgos marató oldatok közvetlen újrahasznosítása

Leírás: A lúgos maratószerrek ammónium-kloridot vagy ammónium-szulfátot tartalmaznak. Az oldat pH-jának állandó értéken tartásához ammóniagázt alkalmaznak.

Az ammónium-klorid alapon dolgozó maratószerkekből a réz nem távolítható el közvetlenül kigalvanizálással. Ebben az esetben egy folyadék-folyadék extrakciós eljárással a maratóoldat rézkoncentrációját csökkentik és az oldatot további maratásra használják. Az extrakcióval eltávolított rezet kénsavas oldatba viszik és innen már galvanizálással kinyerhető.

Ennél a rendszernél a réz az öblítővízből is kinyerhető.

Az ammónium-szulfát alapú maratóoldatból a réz közvetlenül kigalvanizálással eltávolítható és így az oldat regenerálható.

Elért környezeti előnyök Az ammónia- és a réz-tartalom csökkenése a szennyvízben.

Ellenhatások A berendezések többlet energia igénye.

A visszanyert réz nem alkalmas a galvanizáláshoz történő felhasználásra, ezért egy kereskedő cégnek kell eladni.

Üzemeltetési adatok A berendezések működtetéséhez gyakorlott kezelő szükséges.

Alkalmazhatóság Az ammónium-klorid alapú maratóoldat nagyobb maratási sebességet eredményez, ami kedvezően befolyásolja a maratás minőségét. Szabadalommal védett eljárások.

Gazdasági szempontok Az extrakciós lépést is tartalmazó eljárás berendezésigénye nagyobb és a folyamat is bonyolultabb.

A két eljárás berendezésigénye különböző és a megtérülésük ideje nagyban függ a berendezések kapacitásától és a helyi energia és vízköltségektől.

A megtérülés a nagy tisztaságú réz eladásából, a csökkent szennyvízkezelésből és a marató oldat pótlásának alacsonyabb költségéből adódik.

Megvalósítást ösztönző tényezők

A nyomtatott huzalozású lapok jobb minősége, az egyenletes maratási teljesítmény, ami azonos kezelési (áthaladási) időt biztosít a maratásnál.

A pótláshoz kevesebb vegyszerre van szükség.

Nincs szükség a kimerült marató oldatok tárolására.

Kevesebb veszélyes anyag kezelési probléma a szállításnál és a hulladék elhelyezésnél.

Csökken a zajterhelés, javul a munkafolyamat iránti bizalom a vállalat környezetében.

3.11.8 Száraz fotóreziszt eltávolítás

Leírás A megvilágított száraz (vagy szilárd) fotóreziszt szabadalmaztatott, gyári kész oldatban vagy nátrium-hidroxid (kb. 20 g/l) oldattal távolítható el. Amikor ezt az oldatot rápermetezik a rezisztre, az megduzzad és lemezesen leválik a felületről. A durva szemcsék a technológiai oldatból már a keletkezés helyén a berendezéshez kapcsolt ciklonnal, centrifugával vagy szalagszűrővel elválaszthatóak és hulladékként helyezendők el. Az oldott ill. szuszpendált reziszt tartalmú szennyvíz vagy közvetlenül kiengedhető vagy általános gyakorlat az oldatot megsavanyítani, majd vas(III)-klorid oldattal és flokkulálószerrel kezelni. A savas oldatból a szerves reziszt komponensek nagy része kicsapódik és ülepités után szűrhető. A szűrlet mésztejjel semlegesíthető. Szükséges lehet a KOI érték további csökkentése. Erre a célra különböző kezelési módszerek állnak rendelkezésre, pl. az ultraszűrés, amit vég pH-beállításnak kell követni.

Elért környezeti előnyök Szilárd szemcsék eltávolítása a szennyvízből.

Ellenhatások Reziszt tartalmú hulladék keletkezése.

Alkalmazhatóság Az összes reziszt leoldásánál.

Gazdasági szempontok A centrifugálás és az ultraszűrés költsége.

Megvalósítást ösztönző tényezők A szennyvíz előírások

3.11.9 Maratásálló ónbevonat eltávolítása

Leírás A modulokból álló horizontális konvejos berendezésben, salétromsav-tartalmú oldatot alkalmaznak permetezéssel a maratásálló ónbevonat eltávolítására. Az oldatban szerves komplexképzők is lehetnek, amelyek a szennyvízkezelésnél további lépéseket igényelnek. Az öblítözővizeket és a koncentrátumokat külön össze kell gyűjteni, és organo-szulfid vegyülettel kell kezelni. A leválasztott csapadék ónban gazdag iszapként arra szakosodott cégnek visszanyerésre átadható. A kimerült koncentrátumokat ugyancsak arra szakosodott, külső cégnek kell átadni.

Elért környezeti előnyök

A külön kezelés megfelelő szennyvízkezelést tesz lehetővé a kiengedés előtt. Az ón visszanyerhető a keletkezett iszaptól.

Ellenhatások További vegyszerek alkalmazása a kezeléshez.

Alkalmazhatóság Az összes marató rezisztélnél.

Megvalósítást ösztönző tényezők A szennyvíz előírások.

3.11.10 Oldószer kibocsátás a fotoszenzitív forrasztásgátló maszk alkalmazásánál

Leírás A széleskörűen alkalmazott fotoszenzitív forrasztásgátló lakkok epoxi és akrilát gyanúkat, fotoiniciátorokat, töltőanyagokat és az alkalmazási technológiától függően különböző mennyiségű szerves oldószert tartalmaznak.

A függönyöntéssel felhordható lakkok oldószertartalma 35 – 50 %. Ajánlatos minél nagyobb szárazanyag-tartalmú lakkot használni.

A maszkok megvilágítás utáni előhívása szerves oldószerben (etil-diglikol vagy butil-diglikol) vagy vizes-lúgos oldatban történhet.

Az alkalmazott oldószerek és előhívók besorolását az 1999/13/EK irányelvek illetve a 10/2001.(IV.19.) KÖM rendelet alkalmazásának szempontjából az alábbi táblázat tartalmazza:

			Gőznyomás 20 °-on	VOC
Oldószer	• MEK	• Metil-etil-ke-ton	• 10,5 kPa	• igen
	• PM	• Metoxi-propanol	• 1,2 kPa	• igen
	• Xilol	• Xilol	• 0,9 kPa	• igen
	• PMA	• Metoxi-propil- acetát	• 0,5 kPa	• igen
	• DPM	• Dipropilén-glikol- monometiléter	• 0,05 kPa	• igen
	• MDG	• Metil-diglikol	• 0,03 kPa	• igen
Előhívók	• GBL	• γ -Butirolakton	• 0,04 kPa	• igen
	• EDG	• Etil-diglikol	• 0,013 kPa	• igen
	• BDG	• Butil-diglikol	• 0,002 kPa	• nem

Egyre terjed a vizes-lúgos oldatban előhívható lakkok alkalmazása. Az expozíciót megelőzően ezek vizes, lúgos oldatokban oldódnak; és 1 – 3 % -os nátrium-karbonát oldatban hívhatók elő. A szennyvízkezelést savas közegben végzett lecsapással, majd hulladékként való elhelyezéssel kell végezni. Szükség esetén ultraszűrést lehet alkalmazni.

Elért környezeti előnyök A VOC (illékony szerves vegyület) kibocsátás csökkenése vizes-lúgos vagy butil-diglikol előhívóoldat alkalmazásával

Ellenhatások Nagyobb energia felhasználás a kiegészítő berendezésekhez.

Alkalmazhatóság Az összes forrasztásgátló maszk alkalmazási terület, különösen a VOC irányelvben megadott tartományokon belül.

Gazdasági szempontok Kiegészítő levegő kezelési rendszerek költsége.

3.11.11 Forrasztást elősegítő bevonatok előállítás

Leírás A nyomtatott huzalozású lemezek alkatrészekkel való szerelése során a huzalozással való jó elektromos összeköttetést általában lágyforrasztással, bondolással, vezető ragasztással vagy az alkatrészlábaknak a furatokba való bepréselésével érik el.

A felület végső bevonatának a feladata, hogy a lapok további feldolgozása (alkatrészekkel való szerelése) során megfelelő minőségű felületet biztosítson a kötési technológiának és ezt a tulajdonságát hosszabb raktározás esetén is megőrizze.

Az aktív alkatrészek újabb generációja még azt is megköveteli, hogy a végső bevonat kialakítása igen finom alkatrész-lábkiosztások esetén is (raszterkiosztás kisebb, mint 0,5 mm) megbízható kötést tegyen lehetővé. Ez a felületi bevonat egyenletességével szemben is komoly követelményeket állít.

A jelenleg elterjedten alkalmazott eljárások:

- HAL, tűzi ón-ólom bevonat
- kémiai nikkkel-arany bevonat
- kémiai ónbevonat
- kémiai ezüstbevonat
- szerves inhibitor (OSP)

A jelenlegi műszaki gyakorlatban Magyarországon a HAL, azaz a tűzi ón-ólom bevonat alkalmazása a legelterjedtebb. Ennek során a forrasztásgátló maszkkal ellátott lemezt ón-ólom eutektikus elegyének olvadékába merítik, majd kiemeléskor a felületre tapadt felesleges fémréteget forró levegővel (levégőkéssel) lefűjják. Erre a célra vertikális és horizontális berendezéseket fejlesztettek ki.

A technológia lépései:

- a szabad rézfelület előkészítése, tisztítása, mikromaratása,
- a tiszta felület folyasztószerrel való kezelése,
- ón-ólom olvadékba mártás,
- kiemeléskor a felesleges fémolvadék lefűvatása a felületről,
- a lap megtisztítása a folyasztószer maradványoktól, mosás, szárítás.

A 2002/95/EC illetve ennek megfelelője a 15/2004.(X.8.) KvVM rendelet az egyes veszélyes anyagok elektromos és elektronikai berendezésekben való alkalmazhatóságának korlátozásáról 2006 július 1-től általában megtiltja az ólom alkalmazását elektromos berendezésekben.

Ennek következménye az ólommentes forrasztóanyagok kötelező érvényű alkalmazása. A technika jelenlegi állása szerint a HAL berendezésekben ón-réz (nikkel) vagy ón-ezüst-réz ötvözet alkalmazható. Az eutektikus ón-ólom ötvözet esetén alkalmazott kb. 250 °C-os fürdőhőmérséklet az ólommentes forrasztóknál általában 265 °C-ig emelhető a hagyományos FR4 alapanyagból készült nyomtatott huzalozású lapok sérülésének veszélye nélkül. Az ezüsttartalmú ólommentes forrasztók nagyobb eróziós hatást gyakorolnak a forrasztóanyag acéllanyagára, mint az ón-réz ötvözet. A magas óntartalmú ötvözetek lényegesen gyorsabban oldják a rezet mint a hagyományos ón-ólom ötvözet. A fürdő a használat során fokozatosan rézben dúsul. A fürdő összetételét a hagyományosnál sűrűbben kell ellenőrizni és a réztartalom mérséklése érdekében rézmentes forrasztóval utántölteni.

Az ólommentes ötvözetek lényegesen drágábbak, mint a hagyományos ón-ólom, de az ezüsttartalmúak nagyobb mértékben.

A tűzi úton forrasztóanyaggal bevont felület rendkívül jó kötési lehetőséget biztosít a hasonló anyaggal történő további forrasztáshoz, de ugyanakkor nem minden esetben biztosítható a felületszerelés által megkövetelt felületi egyenletesség.

Az alkatrészlábak egyre nagyobb sűrűségű kiosztása és a felületszerelt alkatrészek által megkövetelt planaritás megnövelte az igényt más forrasztható felületi bevonatok iránt.

A kémiai nikkell – kémiai aranybevonat alkalmazása széleskörűen elterjedt módszer a bonnyolult, finomrajzolatú, felületszerelt nyomtatott huzalozású lemezek végső forrasztható bevonatának előállítására.

A forrasztásgátló lakkreteg kialakítása után általában 4-5 mikron vastag kémiai nikkellbevonatot majd 0,04 – 0,1 mikron kémiai aranybevonatot választanak le a felületre. Az így előállított bevonat:

- rendkívül egyenletes és ezáltal nagymértékben növeli az alkatrészbeültetés biztonságát
- a teljes felületen azonos rétegvastagság által növekszik a kötések megbízhatósága
- a legfinomabb lábkiosztású felületeken valamint a kis átmérőjű furatokban és a zsákfuratokban is megbízható bevonatvastagság választható le
- az így kialakított felület többszörös forrasztási fázis után is forrasztható marad
- a bevonat alumínium huzallal bondolható.

A kémiai nikkell-arany bevonattal ellátott nyomtatott huzalozású lemezek a hagyományos és az ólommentes technológiával is jól forrasztatók és ezt a forrasztatóságot még hosszabb idejű raktározás után is megőrzik.

A technológia speciális, vertikális felületkezelő berendezésben valósítható meg. A tisztítás és a felületi rézbevonat megmaratása után palládium-tartalmú oldatban való aktiválás következik. A kémiai nikkellfürdő 80-90 °C hőmérsékleten üzemel, az expozíciós idő 12-20 perc. A mártó aranyfürdő hőmérséklete 60-90 °C, kezelési idő 8-12 perc.

Az eljárás szennyvízkezelési szempontból nem jelent különleges problémát.

Technológiai	Hőmérséklet C	Kezelési idő perc	Kád anyaga	Berendezés
Tisztítás	40 - 60	2 - 4	PP, PVC	Fűtés, keringtetés
Kaszádöblítés				
Maratás	20 - 30	1 - 3		Keringtetés
Kaszádöblítés				
Dekapírozás	20 - 25	0,5 - 5	PP, PVC	
Aktiválás	20 - 30	0,5 - 7	PP, PVC	Keringtetés
Kaszádöblítés				
Kémiai nikkel	80 - 90	12 - 20	PPu, V4A	Fűtés, keringtetés, szűrés Automata adagolás
Kaszádöblítés				
Kémiai arany	60 - 90	8 - 12	PPu	Fűtés, keringtetés, szűrés Esetleg ioncsere
Takaréköblítés				
Kaszádöblítés (ionmentes vízzel)				
Szárítás				

A kémiai ónbevonat alkalmazása egyre szélesebb körben terjed. A modern kémiai ónelektrolitokból leválasztott bevonatok rendkívül finomszemcsések, pórusmentesek és ellenállóak a levegő nedvességével és oxigéntartalmával szemben. Ezt az ónnal együtt leváló, a forraszthatóságot elősegítő vegyületek célzott beépülésével érik el, amelyek egyúttal megakadályozzák a whisker-képződést és a gyors diffúziót. Ezáltal a megfelelően vastag bevonat (> 1 µm) hosszabb idejű raktározás és többszöri forrasztási ciklus után is jól forrasztható marad.

A technológia jól ellenőrizhető, a bevonat rendkívül egyenletes, a rétegvastagság coulometrikusan mérhető.

A technológia vertikális és horizontális berendezésben egyaránt kivitelezhető. A tisztítás és maratás után a lapok az ón fürdőhöz hasonló összetételű oldatban való előkezelés után kerülnek a 60-70 °C hőmérsékleten üzemelő kémiai ónfürdőbe. A rétegleválás a töltéscicserélődés alapján megy végbe, ezért az oldat réztartalma folyamatosan növekszik.

A kémiai ónfürdők tiokarbamidot tartalmaznak, amely megnehezíti a szennyvízkezelést. Célszerű az elhasznált fürdőt, mint koncentrátumot külön gyűjteni és külső szakcégnél ártalmatlanítani.

Technológiai művelet	• Hőmérséklet °C	• Kezelési idő perc
Tisztítás/zsírtalanítás	• 35 - 40	• 1 - 3
Mikromaratás	• 25 - 30	• 1 - 2
Előkezelés	• 20 - 30	• 1 - 2
Kémiai ónozás	• 60 - 70	• 5 - 12
Melegvizes öblítés	• 40 - 50	• 0,5 - 1
Öblítés	• 20 - 25	•
Szárítás	•	•

A kémiai ezüstbevonat leválasztása az ónozáshoz hasonlóan töltéscicserélődésen alapul. Az ezüstbevonatok általában könnyen oxidálódnak, és ezáltal a forraszthatóságuk leromlik. Ennek megakadályozására a modern kémiai fürdőkből az ezüst leválasztásával egyidejűleg egy szerves inhibitor is beépül a bevonatba, amely megvédi a felületet a gyors oxidációtól. Ez a szerves védőbevonat a felületen egy vékony hártóréteget képez, megnöveli a raktározhatóságot és többszöri forrasztási ciklust tesz lehetővé.

A kémiai ezüstöző fürdő takarékos energia felhasználással 45-50 °C hőmérsékleten üzemel és a kezelési időtől függően 0,15 – 0,3 µm vastag bevonatot állítanak elő. Vékonyabb réteg esetén a raktározhatósági idő lerövidül, vastagabb bevonat csak a költségeket növeli minden más pozitív hatás nélkül.

A technológia horizontális berendezésben valamennyi szokásos alapanyag és forrasztásgátló lakkrendszer esetén ideálisan alkalmazható.

A bevonat ólommentes forrasszal jól forrasztható.

A műveleti sor horizontális, konveyoros berendezés esetén. A kezelési idő nagymértékben függ a berendezés kialakításától.

Technológiai művelet	Hőmérséklet °C	Kezelési idő perc	Berendezés
Tisztítás	35 - 40	0,5	Szórás, PP vagy PVC
Kaskádöblítés		0,5	Szórás
Előkezelő	45 - 50	0,5 - 1	Elárasztásos modul
Kémiai ezüst	45 - 50	3 - 4	Elárasztásos modul, PP, PVC, szűrés 10 µm
Kaskádöblítés		0,5	Szórás
Szárítás	60 - 70	0,5 - 1	

Szerves védőbevonat (OSP - Organic Solder Preservative)

A szerves védőbevonatok olyan komplex vegyületek, amelyek a kezelőoldattal való érintkezés során a nyomtatott huzalozású lap szabadon maradó forrasztási felületein és forrszemein képződnek. Az eljárások két csoportba oszthatók. Gyengén savas, semleges oldatokból egy kb. 10 nm vastag réteg választható le, amely főként egyoldalas lemezek egyszeri forrasztási folyamatban való feldolgozására szolgál. Az újabb eljárások savas oldatból 0,15-0,5 µm vastag védőréteg képződését teszik lehetővé. Ezek a vastagabb bevonatok már hosszabb raktározási időt és bizonyos feltételek mellett többszöri forrasztási ciklus alkalmazását is lehetővé teszik.

A szerves védőbevonat rendkívül sérülékeny és meglete illetve vastagsága csak nehezen mérhető. Egy vastag szerves védőbevonat előállításának technológiai lépései:

Technológiai művelet	Hőm. °C	Vertikális technológia Kezelési idő perc	Horizontális technológia Kezelési idő sec
Savas vagy lúgos tisztítás	40-50	• 2-3	• 15-20
Háromszoros kaszkádöblítés	Szh	• 1-2	• 15-20
Mikromaratás	25-30	• 2-3	• 30-40
Kettős kaszkádöblítés	Szh	• 1-2	• 15-20
Dekapírozás	20-30	• 1	• 15-30
Háromszoros kaszkádöblítés	Szh	• 1-2	• 15-20
Szerves védőbevonat	30-50	• 0,5-1	• 30-60
Háromszoros kaszkádöblítés	Szh	• 1-2	• 15-20
Szárítás	50-60	•	•

3.12 Légszennyezők kibocsátásának csökkentési technikái

Leírás Széles körben elterjedt gyakorlat a pára és/vagy az egészségre ártalmas és/vagy a korrozív gőzök mennyiségének csökkentése. Ez elsősorban védi az alkalmazottak egészségét, ezen túlmenően:

- védi a munkadarabokat a tárolás során, illetve a kezelés különböző fázisaiban, ld. 3.2.1 pontot
- védi a berendezés elemeit
- védi a vezérlő berendezéseket és a többi érzékeny műszert (számítógépek, stb.)

3.12.1 Adalékok

Leírás A gyártó adatainak megfelelően a pácolatokban a nitrit- és a króm(VI)ionok keletkezését pácolási adalékokkal akadályozzák meg. A hidrogén-fluorid és az NO_x kibocsátás ugyancsak csökkenthető úgy, hogy ne legyen szükség légmosóra az elszívott levegőhöz. Az adalékok hatására az oldat fizikai-kémiai tulajdonságai megváltoznak, miáltal megnövelhető a fémionok mennyisége az elektrolitban, következésképpen csökkenthető a vegyszer felhasználás.

Ugyancsak lehetőség van a Cr(VI) aeroszol kibocsátás csökkentésére vagy megakadályozására a krómozás során, fluorozott adalékok alkalmazásával, azonban ügyelni kell arra, hogy azok PFOS-alapúak.

Elért környezeti előnyök Ártalmas anyagok munkahelyi légtérbe kerülésének és kibocsátásának csökkenése (különösen Cr(VI)-alapú krómozásnál).

Ellenhatások PFOS-t (polifluorozott oktil-szulfonátot) alkalmaznak a Cr(VI)-alapú permet képződés elfojtására, illetve más felhasználási területeken. Mérgező, bio-akkumulatív és perzisztens.

Üzemeltetési adatok Az adalékok javíthatják a termék minőségét is.

Gazdasági szempontok Néhány esetben megfelelően alacsony kibocsátási érték érhető el légelszívás nélkül és/vagy az elszívó berendezés mérete, bonyolultsága és költsége csökkenthető.

Megvalósítást ösztönző tényezők Foglalkoztatási egészségi és biztonsági előírások, valamint a kibocsátási határértékek.

3.12.2 Légelszívás, fedél és kezelési technikák

A kádak lefedése – akár a szerszám vagy dob hosszabb időre a kádba helyezésekor, akár a használaton kívülieké – csökkenti a szennyezőanyag kibocsátást a munkahelyi levegőbe, és következésképpen a környezetbe. Fedél alkalmazásával csökken a kád fölül elszívni és kezelni szükséges levegő mennyisége. A fedél néhány alkalmazási leírása található még ebben a fejezetben. A potenciális kibocsátási források lefedése minimalizálja a kibocsátott mennyiséget és a légáramot, habár a kiáramló levegő kezelésére szükség lehet.

Peremelszívást alkalmaznak általában az ipari egészségi és biztonsági követelmények betartásához, ezeknek számos változata található meg a 3.12.3 pontban. A peremelszívóval elszívott levegő, valamint a szennyezőanyagok mennyiségére a következő paraméterek vannak hatással:

- kádméret
- a fürdő folyamatosan vagy szakaszosan működik
- fürdő hőmérséklet
- az érintett vegyszerek fizikai-kémiai tulajdonságai
- a vegyszerek besorolása és megengedhető koncentrációja a munkahelyi levegőben
- pácadalékokkal együtt alkalmazása HF és NO_x gázok, valamint Cr(VI)tartalmú aeroszol kibocsátás csökkentése és/vagy megakadályozása
- kibocsátás ellenőrző eljárások, stb.
- a cseppek típusa, mérete és sűrűsége.

A kibocsátásra vonatkozó előírások betartása érdekében a szennyezőanyagokat az elszívott levegőből a következő légtisztító berendezések alkalmazásával különítik el:

- légmosó töltőanyagokkal és csepplévasztóval
- légmosó a következő párosításban:
 - o cianid és sav leválasztása lúgos légmosóban (természetesen nem közös leválasztóban)
 - o nitrogén-oxidok és hidrogén-fluorid savas légmosóban
 - o Cr(VI)tartalmú levegő csepplévasztóban
- aeroszolokhoz és finom cseppekhez alkalmazott permet szűrők
- ciklonok, elektrosztatikus ülepítők vagy szűrők (például a mechanikai csiszolásból származó porok esetében).

Ezek a vegyipari szennyvíz és a szennyezett gáz kezelésre vonatkozó BREF, elszívó rendszerekre vonatkozó fejezetében található meg.

A szerves oldószerek – pl. oldószeres zsírtalanításból származó illékony szerves vegyületek – kibocsátásával a BREF Felületkezelés oldószerek alkalmazásával foglalkozó előírása foglalkozik.

Az ipar általában csekély NO_x forrás. Nagyobb mennyiség pácolásnál és fényesítésnél keletkezik, a kibocsátott levegő szennyezőanyag tartalma a hagyományos légmosó rendszerekkel csökkenthető anélkül, hogy katalitikus redukcióra lenne szükség (ld. a Gazdasági szempontokat alább).

Összesített elért környezeti előnyök Az adalékok csökkenthetik a gázok és Cr(VI)ion tartalmú aeroszolok képződését és megnyújthatják a pácsavak élettartamát.

A fedelek csökkentik a levegőbe kibocsátott gázok és aeroszolok mennyiségét.

A csepplévasztó és/vagy ellenáramú légmosó alkalmazásával működő egyszerű elszívó rendszerekkel könnyen elérhetők a normál célértékek.

Nem állnak rendelkezésre hatékonysági adatok egyéb eljárások kibocsátására vonatkozóan (adalékok és fedelek).

Összesített ellenhatások A léghívás háromféleképpen lehet jelentős hatással az energia igényre:

- a ventilátorokhoz és szivattyúkhöz szükséges többlet áram igény,
- a munkahelyi levegő nem kívánt hővesztése munkaidőben, ha a környezeti hőmérséklet $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt van,
- a műveleti oldatok nem kívánt lehűlése a nagyobb mértékű párolgás következtében további energia bevitelt igényel.

Az adalékok ártalmasak lehetnek az egészségre és a környezetre.

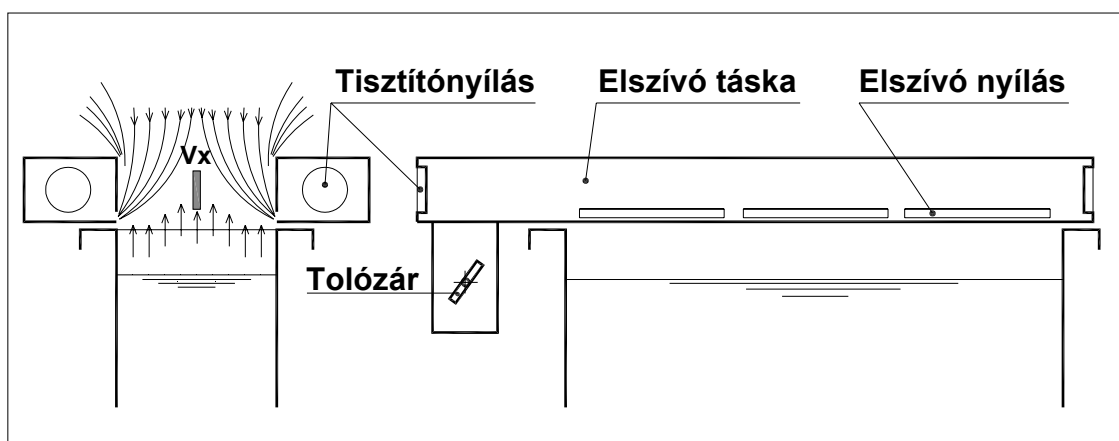
Összesített üzemeltetési adatok Az elszívott levegő mennyiségének, valamint az energia veszteség csökkentésére felhasználható lehetőségek a 3.12.3 pontban kerülnek tárgyalásra, lent.

Összesített alkalmazhatóság E lehetőségek közül egy vagy több az összes berendezéshez alkalmazható.

Összesített gazdasági szempontok Nem költség-hatékony az ipar számára minden esetben katalitikus redukciót alkalmazni az NO_x -hez.

Összesített megvalósítást ösztönző tényezők Munkahelyi egészség és biztonság.

3.12.3 Elszívott levegő mennyiségének csökkentése



16. ábra: Elszívás a kezelő kád fölött

Üzemeltetési adatok A leggyakoribb rendszer a kezelő oldalhoz képest merőlegesen elhelyezett elszívó táskák alkalmazása.

A léghívás hatásfokát a keletkező gázok, gőzök és aeroszolok befogásához az elszívó táskától legtávolabb eső ponton szükséges minimális légsebesség (v_x) határozza meg.

A v_x értékek a vízgőznél érvényes $0,2\text{ m/másodperc}$ és a kemény krómozó oldatból származó aeroszolhoz tartozó $0,5\text{ m/másodperc}$ sebesség között változnak. Az elszívandó légmennyiség függ a műveleti oldat szabad felszínének nagyságától. Ez a következő egyenletekkel számolható ki:

Egy oldalról történő elszívás (szélesség < 0,5 m) $V = 2 v_x L W (W/L) 0,2$

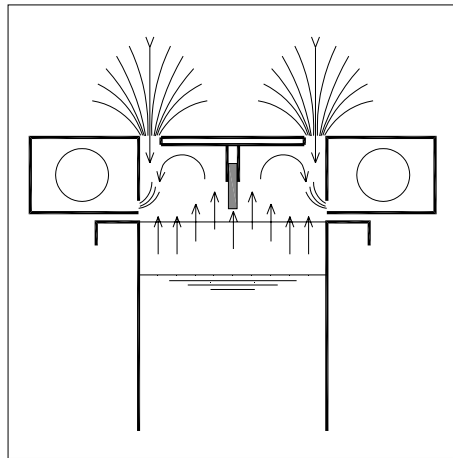
Kétoldalú elszívás (szélesség > 0,5 m) $V = 2 v_x L W (W/2L) 0,2$

ahol

V	=	az elszívott levegő térfogatárama, m ³ /másodperc
v _x	=	minimális légsebesség az x pontban, m/másodperc
L	=	az elszívott felület hossza, m
W	=	az elszívott felület szélessége, m

A < 0,5 m szélességű kádak esetében általában egy oldalról történő elszívást alkalmaznak, a szélesebb (> 0,5 m) kádaknál kétoldalú az elszívás.

A kádak fölötti szabad felület csökkentése A 17. ábra az elszívott levegő térfogata minimalizálásának – és ezáltal az energia felhasználás –eszközét mutatja.



17. ábra: A katódsínhez rögzített és azzal mozgó fedél a szabad felület csökkentésére

17. ábra: mivel a kezelés alatt általában veszélyes gőzök vagy aeroszolok keletkeznek, a katódsínhez rögzített, és azzal mozgó fedél megfelelő eszköz az elszívott levegő térfogatának átlagosan 60 – 75 %-kal csökkentéséhez, a kád szabad felületének csökkentése nélkül.

Fedelelkel takarják le az összes kezelő kádat, ahol gőzök vagy aeroszolok keletkeznek a terhelés időtartama alatt, vagy a terhelés nélküli időszakokban bármikor. Az elszívás sebessége 90 %-nál nagyobb mértékben csökkenthető. E rendszer fő előnye az, hogy ezekhez a fedelekhez a kádakon nincs szükség semmilyen mozgó eszközre, mivel az átemelő daru csepptálcájával együtt mozognak.

A kádhoz rögzített fedelek - amelyek kézzel vezérelve vagy automatikusan nyílnak és zárulnak, amikor a szerszám vagy dob a kádba kerül, illetve elhagyja azt – egy másik, ugyancsak megfelelő, de drágább megoldás. Rendszerint ezt a rendszert úgy alakítják ki, hogy automatikusan megnövekszik az elszívott levegő mennyisége, amikor a fedelek nyitottak. Ily módon ≤ 90 % elszívási sebesség csökkentés érhető el.

Push-Pull rendszer Ezzel a módszerrel légáramlást hoznak létre a műveleti fürdő felszíne fölött. Egy elszívó táskával és vele szemben egy légbefúvó vezetékkel működik. A műveleti oldat felszínén nem lehet semmilyen keret vagy akadály az áramlás útjában. Ezért ez a módszer meglehetősen korlátozott alkalmazási területű.

Galvanizáló sor leválasztott térben Néhány esetben a galvanizáló berendezéseket teljesen elkülönítették. A galvanizáló sort egy elkülönített „házon” belül (alagútban) alakították ki, miközben a vezérlő rendszer, valamint a felrakó/leszedő pozíciók kívül helyezkednek el; ld. a

3.1.3 pontot. Mivel jelentős léghívás szükséges még a házon belül elhelyezkedő berendezés korróziójának megakadályozásához is, az egyéb technikákkal elérhetőnél magasabb energia megtakarítás nem várható.

Technikák alkalmazhatósága Figyelemmel kell lenni a léghívóval működő összes berendezés energia felhasználásának hatékonyságára. Az összes berendezéshez folyamatszabályozás valósítható meg.

Ahol a galvanizáló sort „alagútba” helyezték, a berendezés és az oldatok karbantartása bonyolultabb és időigényesebb lehet. Ez a technika valószínűleg új berendezések esetében hatékonyabb, mint utólagos bevezetésekor.

3.12.4 Energia visszanyerés az elszívott levegőből

Ez a lehetséges energia megtakarítási intézkedés a nagyon nagy méretű berendezésekre korlátozódik. A beruházási és üzemeltetési költségek nagyon magasak. Az energia visszanyerésből származó megtakarítások csupán ezeknek a költségeknek a töredékét teszik ki, megvalósításukat megelőző, gazdasági szempontokat is figyelembe vevő megvalósíthatósági tanulmány készítése nagyon fontos a racionális beruházás érdekében.

Technika alkalmazhatósága Figyelemmel kell lenni az elszívóval működő összes berendezésnél az energia felhasználás hatásfokára. Folyamatszabályozás megvalósítható az összes berendezésnél. Egyéb lehetőségek alkalmazása a helyi feltételek függvénye.

Megvalósítást ösztönző tényezők Munkahelyi egészség és biztonság.

3.13 Szennyvíz kibocsátás csökkentési technikák

Nagymennyiségű vízkibocsátás történik fémek és műanyagok felületkezelését végző berendezésből a környezetbe. A minimalizálás (beleértve a kifolyások minimalizálását), a visszanyerés és az újrahasznosítás a szennyvízgazdálkodás fontos területei, ezek máshol kerülnek tárgyalásra, ld. a 3.3.5, 3.4 és 3.5 pontokat.

A műveletekhez használt vizet rendszerint szennyvízkezelő berendezésben kezelik, egy megfelelő műveleti sor alapján.

3.13.1 Az egyes szennyezőanyagok megszüntetése és/vagy eltávolítása a keletkezési pontban

Leírás A káros anyagok többsége hatékonyabban kezelhető, ha külön kezelik őket, mielőtt összekeverednének a többi szennyvízzel.

Más vegyszereket – pl. pácsavakat és kémiai zsírtalanító oldatokat – rendszertelenül és nagy mennyiségben bocsátanak ki, ami meghaladja a folyamatos szennyvízkezelő berendezés kapacitását, ami az előírások megsértését okozhatja. Ez a következőképpen kezelhető:

- a nagymennyiségű kibocsátás elkerülése (ld. ellenáramú pácolás, 3.9.11 pontot),
- a nagymennyiségű vegyszer tárolása és hosszabb idő alatt leengedése a szennyvízkezelő rendszerbe, a kezelő berendezés kapacitásán belül,
- a nagymennyiségű vegyszer tárolása, és a lúgos zsírtalanító felhasználása a savas pácolatok semlegesítésére,
- szakaszos szennyvízkezelés és kibocsátás.

Elért környezeti előnyök:

- Néhány anyag esetében, a szennyezőanyag kezelése és eltávolítása csak különválasztást követően lehetséges.
- A szennyvízkezelő berendezés kapacitását meghaladó és az előírt feltételeket megsértő, nagymennyiségű kibocsátás elkerülése.
- Vegyszer megtakarítás lúgos hulladék oldatok (pl. zsírtalanítók) alkalmazásával, savas hulladék oldatok semlegesítésére.

Üzemeltetési adatok A cianid-, nitrit-, és kromationtartalmú szennyvizeket külön kell előkezelni, mielőtt összekeverednének a többi szennyvízzel. Például:

- a nitritek oxidálhatók vagy redukálhatók; mindkét reakció típushoz enyhén savas (pH = 3 – 4, ld. 3.13.4 pontot) közeg szükséges,
- a cianid oxidációt lúgos (pH > 10, ld. 3.13.3 pontot) közegben kell végezni,
- a kromát redukció < 2,5 pH-n megy végbe.

A vegyszer felhasználás csökkentése érdekében a savas szennyvizek felhasználhatók a lúgos szennyvizek semlegesítésére, amelyeknek azonban komplexképző-mentesnek kell lenni. Más anyagok külön kezelendők a kibocsátott szennyezőanyag mennyiségének csökkentése érdekében, a további kezelési igény csökkentéséhez vagy megszüntetéséhez. Példák találhatók az ellenáramú öblítés és a bepárlás alkalmazására zéró kibocsátás megvalósításához rezezésnél, nikkelezésnél és krómozásnál, valamint elektrolitikus cellák használatára a nikkelezésnél. A kadmium (és higany) leválasztása más előírások tárgya. Németországban az előírások megkövetelik azt, hogy azokat elkülönítsék és a BAT szerint kezeljék, mielőtt a többi szennyvízzel összekeverednek. Hasonló megközelítés érvényes az Egyesült Királyságban is.

Alkalmazhatóság Bevált gyakorlat az összes kibocsátási pont figyelembe vétele annak eldöntésére, hogy a kezelést (visszaforgatást vagy újrahasznosítást) célszerűbb-e külön elvégezni, a többi szennyvízzel összekeveredést megelőzően.

Gazdasági szempontok Néhány speciális esetben a beruházási és a kezelési költségek jelentősen csökkenthetők az egyes szennyvizek különálló kezelésével. Rendszerint a külön kezelés költségei magasabbak.

Megvalósítást ösztönző tényezők A külön kezelés hatékonyabb és gazdaságosabb lehet.

3.13.2 Zsírok és olajok (szénhidrogének) elválasztása a szennyvíztől

Általában a zsírok és olajok elválasztását a zsírtalanító oldatok kezelése során végzik el. Speciális esetekben a nyers szennyvíz olajtalanítása szükséges a szervesetlen vegyszerekkel kezelés előtt, az erre az alkalmazási területre vonatkozó eljárás a 3.8.12. pontban található.

3.13.3 Cianid oxidáció

Leírás A cianidok különböző módszerekkel távolíthatók el a szennyvízből:

- oxidálás különböző oxidálószerekkel:
 - o nátrium-hipoklorit
 - o hidrogén-peroxid
 - o oxigén (O₂)
 - o ózon (O₃)

- o anódos oxidáció, ld. a 3.10.1 pontot
- o kálium-peroxo-diszulfát
- oldhatatlan fém-komplexbé vitel (pl. vas-cianid vegyület),
- eltávolítás ioncserélővel,
- eltávolítás formalinnal, meleg oldatban,
- cianid roncsolás termikus eljárással,
- sugárzás segítségével végzett oxidáció (oxidálószeres és ultrabolya sugárzás).

A gyakorlatban a cianidok kémiai, esetleg elektrokémiai oxidációja a legelterjedtebben alkalmazott technika. Egyéb eljárások csak különleges esetekben javasoltak.

Ellenhatások Vegyszerek felhasználása és energia igény (a termikus, besugárzásos és anódos technikák esetében), valamint AOX (adszorbeálható szerves halogenidek) keletkezésének lehetősége, ha hipokloritot használnak, vagy kloridionok jelenlétében végzik az anódos oxidációt.

Üzemeltetési adatok Nátrium-hipoklorit alkalmazásakor klórozott szerves vegyületek keletkeznek (a 28/2004. (XII.25.) KvVM rendelet szerint a kibocsátott szennyvízben maximum 1 mg/l AOX lehet). Ezért számos helyen tárgyalták a nátrium-hipoklorit, mint oxidálószer helyettesítését a cianid oxidációjánál. Azonban, mivel az említett lehetőségek egyike sem jelent univerzális megoldást a cianidok hatékony roncsolására, a nátrium-hipokloritos roncsolás még mindig a legelterjedtebb eljárás.

Az anódos oxidáció a cink és réz elektrokémiai leválasztásához használt, cianidtartalmú műveleti oldatokban és öblítő vizekben lévő cianid komplexek elroncsolására megfelelő technológia. Az anódos oxidációval elérhető maradék cianidtartalom 0,1 g/l alatt van. A < 0,2 mg/l határérték további, nátrium-hipokloritos vegyszeres kezeléssel érhető el. A cianid roncsoláson felül az oldott fémeket visszanyerik, és újrahasznosítják.

Alkalmazhatóság A kémiai oxidáció széles körben elterjedt. A hidrogén-peroxid könnyen helyettesítheti a hipokloritot, azonban drágább. A legtöbb esetben megoldás, hogy a híg öblítővizeket nátrium-hipoklorittal kezelik, de a töményebb (> 1 g cianidion/liter) oldatokat hidrogén-peroxiddal vagy anódosan oxidálják.

3.13.4 Nitrit kezelés

Leírás A nitrit oxidálható nitráttá, vagy redukálható nitrogénné. Mindkét reakció enyhén savas közegben játszódik le, kb. 4-es pH-n.

Ellenhatások

- Esetleg AOX keletkezhet, ha hipokloritot használnak.
- Az alacsony pH és magas nitrattartalom NO_x képződéshez vezethet.
- A feleslegben lévő nátrium-ditionit a fémionokkal komplexet képezhet.

Üzemeltetési adatok Az oxidáláshoz általában hidrogén-peroxidot alkalmaznak. Korábban leggyakrabban nátrium-hipokloritot használtak, azonban alkalmazásuk az AOX képződés veszélye miatt csökken.

Redukálószerként általában amidokénsavat használnak. E reakció hátránya a magas szulfáttartalom a szennyvízben. Karbamid is alkalmazható, ennek az a hátránya, hogy a reakcióhoz 60

°C hőmérséklet szükséges. Hidrogén-szulfittal is redukálhatnak, azonban ritkán alkalmazzák és magas szulfát koncentrációt okoz a szennyvízben.

Savas oldatban a nitrit szulfaminsavval könnyen redukálható.

Nátrium-ditionit és Fe(II)ion használata kiküszöbölhet néhány káros hatást.

Légelszívásra lehet szükség, mivel a magas nitrítartalmú oldatok pH-jának csökkenése nitrozusgáz képződéshez vezethet. Minthogy a nitrozus gázok rosszul oldódnak vízben, lúgos oldattal töltött légmosó szükséges az elszívott levegő kezelésére, habár az nem képes a magas koncentrációjú oldatból képződő összes nitrozusgázt eltávolítani. Szakaszos kezelésnél a pH csökkentést megelőzően szükség lehet kis mennyiségű oxidálószer adagolására.

Alkalmazhatóság Széles körben elterjedt.

3.13.5 Kromát kezelés

Leírás A króm(VI)vegyületeket (kromátokat és dikromátokat) nehéz lecsapni, általában króm(III)ionná redukálják, amit ezt követően semlegesítéssel króm(III)-hidroxid alakban csapnak le. A redukció 2,5 pH érték alatt megy végbe. A legelterjedtebb redukálószer a nátrium-hidrogén-szulfid (biszulfid).

Ha csupán csekély mennyiségű króm(VI)ion, magas pH-jú közegben van jelen, a reakció lúgos közegben is lejátszódik nátrium-ditionit vagy Fe(II)ionok használatával. Ekkor nincs szükség savadagolásra. Ha Fe(II)iont alkalmaznak, igen sok iszap keletkezik a szennyvízkezelésnél (Fe(III)-hidroxidként).

A kromátion pH < 3,5 közegben hidrogén-peroxiddal króm(III)ionná) redukálható.

Elért környezeti előnyök A hidrogén-peroxiddal savas közegben végzett redukció minimalizálja a szennyvíz szulfát tartalmát.

Ellenhatások Ügyelni kell a nátrium-hidrogén-szulfid (biszulfid) alkalmazásakor, mivel SO_x képződik. Megfelelő munkahelyi légelszívás szükséges.

Megvalósítást ösztönző tényezők Vízszennyezés elleni védelemre vonatkozó előírások.

3.13.6 Fémek kicsapása és flokkulálása

Ha mód van rá, a fémeket szelektíven célszerű lecsapni, a hatékonyabb folyamatszabályozás (a pH az adott fémhez tartozó optimális értékére állítható be), és a szennyvíziszap újrahasznosítása érdekében. Ez nem minden esetben lehetséges, illetve gazdaságos. Ha az üzemben sok felületkezelő eljárás és galvánfürdő található, és a különböző szennyvíz ágak szétválasztása nehézségekbe ütközik, a fémeket egyszerre kell lecsapni (együttes lecsapás).

3.13.6.1 Hidroxid lecsapás

Leírás Az átmeneti fémeket semlegesítéssel, majd 7 – 11 közötti pH-n lejátszódó lecsapással távolítják el.

Üzemeltetési adatok A különböző szennyvizek összekeveredése az együttes lecsapás esetén olyan hatású, hogy a rossz ülepedési jellemzőjű fémek lecsapását segítik a jól ülepedő fém-hidroxidok, ezáltal a közös lecsapással kedvezőbb eredmények érhetők el. Például, a nikkellecsapása más fémionokkal, illetve a kadmium együttes lecsapása Fe(II)ionnal, 9 -es pH-n.

Ebben az esetben a kadmium kibocsátás 0,1 mg/l alatt lehet. Szelektív lecsapás esetén nem érhető el ilyen alacsony koncentráció.

Néhány nehézfém – pl. kadmium, ólom és nikkel – lecsapásához magas pH szükséges. Ilyen körülmények között azonban más fémhidroxidok – pl. Zn, Cr, Sn és Al – visszaoldódhatnak, ezért szükségessé válhat egy alacsony pH-n történő szelektív lecsapás, egyéb, lecsapást elősegítő adalékok – pl. kalcium-hidroxid – felhasználásával.

A fémek oldhatósága nő a semleges sótartalom emelkedésével. A fémek részben nagyon finom szemcsés alakban csapódnak ki (különösen az ólom és az ón), ezért flokkulálószer (vas(III)-klorid, mésztej, és/vagy polielektrolit) adagolás szükséges az elválasztás és a szűrés javításához. Azonban ez a vasvegyület vagy a nagyobb mennyiségű mész az iszap (hulladék) mennyiségének növekedéséhez vezet. A polielektrolitok töltés sűrűsége nagyobb, és ezért jóval kevesebbet kell adagolni belőlük.

A szigorú kibocsátási határértékek betartásához szükség lehet a finom szemcsék kiszűrésére. Bizonyos esetekben utókezelésre is szükség van, pl. szulfiddal és/vagy szelektív ioncserélővel (l. később).

Alkalmazhatóság Széles körben elterjedt. Az ülepítő kádak, még a jelentős helymegtakarítást lehetővé tevő ferdelemezes ülepítők is nagy helyet igényelnek, megvalósításuk költséges lehet. Az összes esetben annak eldöntéséhez, hogy a fémionokat külön vagy együtt csapják-e le, előkísérleteket kell végezni.

3.13.6.2 Szulfidos lecsapás

Leírás Ha a hidroxid lecsapása, és a szelektív ioncserélős utókezelés nem elegendő a kibocsátási határértékek betartásához, nátrium-szulfid vagy organo-szulfid segítségével alacsonyabb fémion-koncentráció érhető el, ld. 17. táblázat, mivel a fém-szulfidok oldhatósága általában lényegesen alacsonyabb, mint a fémhidroxidoké.

Fémion	Csapadék oldhatósági szorzata	
	Hidroxid	Szulfid
Alumínium	2×10^{-32}	--
Ólom	$1 \times 10^{-7} - 10^{-13}$	3×10^{-28}
Kadmium	$1,3 \times 10^{-14}$	$5,1 \times 10^{-29}$
Króm(III)	3×10^{-28}	--
Vas(II)	2×10^{-15}	$3,7 \times 10^{-19}$
Vas(III)	$8,7 \times 10^{-38}$	--
Réz	2×10^{-19}	8×10^{-45}
Nikkel	$5,8 \times 10^{-15}$	1×10^{-26}
Ezüst	$1,24 \times 10^{-8}$	$1,6 \times 10^{-49}$
Cink	4×10^{-17}	$6,9 \times 10^{-26}$

17. táblázat: Fém-hidroxidok és -szulfidok oldhatósági szorzata

Elért környezeti előnyök Alacsony kibocsátási értékek az átmeneti fémek esetében.

Ellenhatások Óvatosság szükséges a szulfidok alkalmazásakor, kerülje a savas közeget, a hidrogén-szulfid képződés megakadályozásához. A szulfid felesleget vassók alkalmazásával el kell távolítani. A szulfid iszapok kezelése nehézségekkel járhat, a finom csapadék gyakran nehezen ülepíthető, illetve szűrhető.

Üzemeltetési adatok A fém-szulfidok lecsapásakor flokkulálószer adagolásra lehet szükség, mivel a keletkező csapadék, valamint a kolloidális kén nagyon finom eloszlású, és nehezen ülepszítható, illetve szűrhető.

Megvalósítást ösztönző tényezők Vízszennyezés elleni védelemre vonatkozó előírások; alacsony kibocsátási határértékek, ahol környezeti minőségi előírásokat követelnek meg.

3.13.6.3 Egyéb flokkulálószer

Leírás Az alkalmazott egyéb flokkulálószer:

- Szervetlen sók, mint pl. Fe(III)- és alumínium-sók.
- Nagy molekula tömegű ($10^6 - 10^7$), ionos szerkezetű (anionos vagy kationos), nagy sűrűségű szerves polimerek. Felületkezeléshez általában anionos polimereket használnak.

Elért környezeti előnyök Jobb flokkulálás, nagyobb hatásfokú lecsapás.

Ellenhatások A szervetlen sók megnövelhetik a deponálandó vagy később kezelendő iszap mennyiségét. A flokkulálószer adagolás segíthet a későbbi víztelenítésnél, további vegyszeradagolás nélkül.

Üzemeltetési adatok A szervetlen sókat általában külön kádban oldják fel, és lecsapás előtt adagolják be a rendszerbe. A polielektrolitokat semlegesítés után, lassú keveréssel adagolják a szennyvízhez.

Alkalmazhatóság Alkalmazhatósága helyszíni vizsgálatokkal könnyen meghatározható.

Gazdasági szempontok Megnövelheti a meglévő szennyvízkezelő berendezés hatásfokát. Alacsony beruházási és üzemeltetési költségek.

Megvalósítást ösztönző tényezők Vízszennyezés elleni védelemre vonatkozó előírások; az alacsony határértékek, ahol a környezeti minőségi előírások megkövetelik.

3.13.7 Komplexképzők

Leírás A bizonyos eljárásokban alkalmazott komplexképző szerek megnehezítik az átmeneti fémek lecsapását, amennyiben azok összekeverednek más szennyvizekkel.

A réz nátrium-ditionitos redukcióval csapható ki a szennyvízből, de a feleslegben lévő ditionit a hidroxid csapadékból is újra oldja (újabb komplexbe viszi) a rézionokat, megakadályozva a lecsapást, miáltal a rézionok áthaladnak a szennyvízkezelő rendszeren, és távoznak a csatornába. Erősebb redukálószerrel (pl. nátrium-hipofoszfittal) redukálhatók ki az egyéb fémek, mint pl. nikkal és ónnal. A fémek gyakran szulfidként csaphatók ki az erős komplexekből. Az ammóniás vagy aminos (pl. trietanol-amin és Quadrol (a Wyandotte által gyártott N,N,N',N'-tetrakis(2-hidroxi-propil)-etilén-diamin), kationos fémkomplexek enyhén savas kationcserélővel eltávolíthatók (pl. iminodiacetát csoportokkal rendelkező, szelektív ioncserélő gyanták). Azonban, az ioncserélő gyantás kezelés nem alkalmazható citrát-, EDTA- és NTA tartalmú oldatoknál.

A leggyakrabban használt komplexképzők a cianidok, a polifoszfátok, aminok, citromsav, borkósav, glükonsav, ammónia, NTA, EDTA és a Quadrol (N,N,N',N'-tetrakis(2-hidroxi-propil)-etilén-diamin).

Más eljárás alkalmazásával az összes EDTA elroncsolódik ultraibolya sugárzás és hidrogén-peroxid segítségével. Ennek a technikának az alkalmazását megelőzően a rézionok nagy részét elektrolitikus úton el kell távolítani az oldatból. A Cu/EDTA komplex elroncsolását követően a szabad réz kicsapódik.

Elért környezeti előnyök Biztosítja, hogy a fémek nem maradnak oldatban, és nem kerülnek be a közcsatornába, illetve nem oldódnak vissza a szélesebb vízi környezetben.

Ellenhatások További vegyszer és energia felhasználás, az alkalmazott technika függvényében.

Üzemeltetési adatok Ahol komplexképzőket használnak, különösen, ha azok erős komplexképzők, a további kezelések előtt (pl. a fém kicsapása és flokkulálása) ajánlott minél előbb elkülöníteni a fémeket és a komplexképzőket.

Megvalósítást ösztönző tényezők Vízszennyezés elleni védelemre vonatkozó előírások; az alacsony határértékek, ahol a környezeti minőségi előírások megkövetelik. A 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet előírja, hogy a kémiai rezező oldatokból az EDTA-t és sóit vissza kell forgatni vagy nyerni, valamint a zsírtalanító- fémleoldó- és nikkelező oldatokból származó szennyvíz EDTA-t nem tartalmazhat.

3.13.8 Anionok lecsapása

3.13.8.1 Fluoridok lecsapása

Leírás A szabad fluoridionok kalciummal lecsaphatók, pl. mésztejes semlegesítésnél.

Üzemeltetési adatok A fluorid lecsapás csak abban az esetben megy végbe kvantitatív módon, ha legalább egy kalcium-egyenérték van jelen minden fluorid-egyenértékre számolva. Egyébként további kalciumionokat kell adagolni, pl. kalcium-kloridot.

Alkalmazhatóság A fluorid komplexek (pl. BF_4 , AlF_6 vagy SiF_6) nem csaphatók le tökéletesen kalciumvegyületekkel.

3.13.8.2 Foszfát lecsapás

Leírás Szükség lehet a foszfátkoncentráció csökkentésére, ha a kezelt szennyvíz élővízbe, vagy olyan közcsatornába kerül, amelynek vizében lévő foszfátokat nem kezelik a városi tisztóműben. 4 kg/nap foszfát kibocsátása 1000 lakos napi kibocsátásának felel meg.

Azonban ez ritka probléma, mivel oldhatatlan foszfát vegyületek képződéséhez elegendő fémion mennyiség található csaknem az összes, felületkezelésből származó szennyvízben. Amennyiben nem ilyen esetről van szó, vas vagy alumínium vegyületeket kell adagolni a szennyvízhez. Mésztejjel is elvégezhető a lecsapás, 10 feletti pH-n.

Elért környezeti előnyök A foszfát jelentősen hozzájárul az eutrofizáció kialakulásához. Néhány kg foszfor kibocsátása jelentős hatással lehet a folyókra, az áramló vízmennyiségnek megfelelően.

Ellenhatások További vegyszerek szükségesek.

3.13.8.3 Szulfácion lecsapás

Leírás A szulfácion kalcium-szulfátként bizonyos mértékig lecsapható.

Elért környezeti előnyök Közcsatornában a betonkorrózió megelőzése.

Ellenhatások

- További vegyszerek használata.
- A szulfát lecsapás miatt több deponálandó iszap keletkezik.
- A szulfát lecsapás problémákat okozhat az iszapok újrahasznosításánál, pl. az alumínium-hidroxid iszap használata során.

Üzemeltetési adatok A kalcium-szulfát oldhatósága 2000 mg/l amiből 1404 mg/l a szulfáti-on. Ez a semleges sókoncentráció növekedésével jelentős mértékben nő, 1 ekv/l semleges só (ez kb. 58,5 g/l nátrium-kloridnak felel meg) jelenlétében a szulfácion csak 5000 mg/l koncentráción kezd leválni. A különböző semleges sók eltérő hatással vannak az oldhatóságra.

Alkalmazhatóság Általában közcsatornába vezetéskor szükséges a szulfácionok eltávolítása a szennyvízből.

3.13.9 Végső kezelés és a technikák kombinációja

Leírás Számos technika áll rendelkezésre a szennyvizek végső tisztításához, hogy megfeleljenek az alacsony kibocsátási határértékeknek és/vagy újra felhasználhatók legyenek a felületkezelő eljárásokban:

- Végekationcsere. Számos ioncserélő rendszer áll rendelkezésre, az összes esetben a gyantán megkötött – főként fém – ionokat le kell cserélni oldódó, kevésbé káros hatású ionokra (pl. nátriumionra) a gyanta regenerálásakor. Az ioncserélő alkalmazható például a folyamatokból származó öblítő vizek regenerálására is. Legtöbb esetben ioncsere előtt célszerű más módszerekkel csökkenteni a szennyezőanyag-tartalmat.
- Homokszűrők.

Kelátképző kationcserélő gyanták alkalmazásával a szennyvizek végső tisztítása akkor hatékonyabb, ha arra a fémek nagy részének eltávolítását követően kerül sor. Ez történhet a vegyszerek (pl. ld. a 3.4 és 3.5 pontot), elektrolitok (ld. 3.9.8) és/vagy csapadék (ld. 3.13.6 pontot) szennyvízbe kerülésének megakadályozásával vagy visszatartásával. A kelátképző kationcserélő gyanta hatásfoka függ a szennyvíz pH-jától is. Az optimális pH fémenként különböző.

Elért környezeti előnyök Alacsony fémtartalmú szennyvíz kibocsátás. Lehetőség az öblítővizek újra felhasználására.

A végkationcserélő rendszer helyigényes, nem csupán az ioncserélő oszlopok, hanem a regeneráláshoz szükséges eszközök miatt is. Ugyancsak szükség van megfelelő szakértelemre a regenerálás és a termelt víz minőségének ellenőrzéséhez.

Ellenhatások Energia felhasználás.

Alkalmazhatóság Széles körben használható.

3.13.10 Zárt rendszerű (zéró kibocsátású) technikák

Háromféle technika alkalmazható a víz-minimalizálási technikákkal összhangban (ld. a 3.4. és 3.5 pontot), a kezelő sor egésze vagy egy része kibocsátásának nullára csökkentéséhez. Ezek az alábbiak:

- termikus
- membrános
- ioncserés

Elért környezeti előnyök

- Az összes szennyezőanyag kibocsátás csökkenése.
- A tisztított víz újrahasznosítása a kezelő soron történő felhasználáshoz.

Ellenhatások A termikus eljáráshoz, a szivattyúkhöz és a membrán technikához szükséges energia.

Az ioncserélő gyanták regenerálásához az általuk megkötött ionokkal egyenértékű egyéb ionok (a gyanta típusától függően pl. nátrium vagy kloridionok) szükségesek.

Az ioncserés technika jelentősen növelheti a kibocsátott szennyvíz sótartalmát.

Ez a technika hulladékot bocsát ki, ami ártalmasabb és/vagy nehezebben kezelhető lehet, mint a tipikus szennyvízkezelő berendezésben keletkezett iszap.

Alkalmazhatóság Általában könnyű és a környezet szempontjából hatékonyabb egy önálló eljárásnál (pl. nikkelezésnél vagy krómozásnál) zárt rendszert megvalósítani.

Termikus eljárások

A fizikai-kémiai eljárások alapján működő klasszikus szennyvízkezelésen felül lehetőség van a szennyvízkibocsátás teljes mértékű megszüntetésére, a bepárlási technikák felhasználásával. A fém-hidroxidok helyett a bepárlásból vízzeloldható sók keveréke keletkezik, amelynek elhelyezése Magyarországon jelenleg legfeljebb veszélyes hulladékégetőkben lehetséges.

Jelenleg két alapvető technika áll rendelkezésre a szennyvizek bepárlására:

- vákuum bepárlás, gőz kompresszióval, és
- infralámpás bepárlók, normál légköri nyomáson (még nem terjedt el).

Vákuum bepárlók gőz kompresszióval

Leírás Gőz kompressziós vákuum bepárlók alkalmazásával lehetőség van az energia igény gazdaságos szintre csökkentésére.

Elért környezeti előnyök Zéró víz kibocsátás valósítható meg egy berendezésből vagy bizonyos műveleti lépésekből.

Ellenhatások A bepárlás és a koncentrátum szárítása miatti nagyobb energiafogyasztás. A keletkező hulladék kezelése nehezebb lehet, mint a hagyományos iszapé.

Üzemeltetési adatok A bepárlás során koncentrátum keletkezik, ami további szárítást igényel. Ezért a beruházási és kezelési költségek olyan mértékben megnőnek, hogy ez a technológia rendszerint csak kivételes esetekben gazdaságos.

A kapott víz minősége nagyon jó, elektromos vezetése (vezetőképessége) 90 – 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Alkalmazhatóság Csak nagy energia bevitel és magas beruházási költségek mellett valósítható meg. Környezeti előnye csekély vagy egyáltalán nincs, és kis mértékben szükség lehet a hagyományos kezeléssel szemben „semleges” sókat (nátrium-, kálium- és kalcium-sókat) tartalmazó szennyvíz tisztítására. Három eset lehetséges:

- **kis szennyvíz mennyiség**
A szennyvíz mennyisége drasztikusan csökkenthető a 3.4 és 3.5 pontban ismertetett intézkedésekkel. Az oldható komponensek koncentrációja ekkor ezeknek megfelelően nő. Ezért nehezzé válhat a szennyvízkezelés a hagyományos módszerekkel, és nehezen lehet eleget tenni a közcsatornába kibocsátott szennyvizekre vonatkozó határértékeknek. Ilyen esetben a bepárlás gazdaságosabb lehet, mint a hagyományos kezelés, a többlet energia felhasználás ellenére.
- **a normál módszerekkel nehezen eltávolítható komponensek**
A komplexképzőket (mint pl. az EDTA) nehéz elroncsolni a szennyvízben. Azonban használatuk nagyon fontos néhány eljáráshoz. Az ilyen vegyi anyagokkal üzemelő berendezéseknél a keletkező oldatok, illetve öblítővizek teljes bepárlása lehet az egyetlen megoldás.
- **előírás**
Az olyan vállalat, amely nem bocsát ki szennyvizet, kevésbé, vagy egyáltalán nincs ki téve a környezeti hatóságok ellenőrzésének.

3.13.11 Szennyvizek folyamatos ellenőrzése, végellenőrzése és kibocsátása

A kibocsátást megelőzően, a szennyvizet megfelelő program segítségével ellenőrizni kell, hogy megfelel-e az előírásoknak.

A kibocsátás lehet:

- folyamatos:
 - o a kulcs paraméterek (pl. pH) folyamatos online ellenőrzésével
 - o a kulcsparaméterek (pl. pH, cianid-tartalom, a berendezés működésének megfelelően) gyakori, kézzel történő ellenőrzésével.
 - o a kettő kombinációja
- szakaszos kibocsátás, előtte a kulcs paraméterek (pl. pH, cianid-tartalom, a berendezés működésének megfelelően) ellenőrzésével. Németországban ezt írták elő.

Mindkét feltétel esetén, ezek az irányítási rendszer részét képezhetik, és ha a szennyvízben lévő valamely szennyező mennyisége meghaladja a határértéket, beavatkozás indítható. Ez kiváltható online rendszerű, automata vészjelző berendezésekkel vagy kézzel, manuális ellenőrzés alapján.

Elért előnyök Biztosítja az előírt határértékek folyamatos betartását.

Ellenhatások Folyamatos kibocsátásnál, a rosszul előkészített, rosszul karbantartott és/vagy ellenőrzött online rendszerek, vagy megfelelő, személyes ellenőrzés és az analitikai eredmé-

nyek hiánya következtében a szennyvízben lévő szennyezők mennyisége meghaladhatja az előírt határértéket.

Szakaszos kibocsátás esetén, a rosszul felkészített, vagy megfelelő analitikai eredmények nélküli ellenőrzés miatt a szennyvízben lévő szennyezők mennyisége meghaladhatja az előírt határértéket.

Üzemeltetési adatok Az e feladatot végző személyzet megfelelő (akár az online ellenőrzésből, akár helyszíni vizsgálatokból, akár pedig laboratóriumi eredményekből származó) analitikai információkkal alátámasztott kiképzést igényel.

Az online ellenőrző rendszerek rendszeres karbantartást és megfelelően kiképzett személyzet által elvégzett kalibrálást igényelnek.

Alkalmazhatóság A vízfolyásba, közcsatornába vagy központi vízkezelő rendszerbe kibocsátást végző összes kibocsátóhely.

Gazdasági szempontok A rendszeres személyes ellenőrzéssel folytatott folyamatos kibocsátás látszik a legolcsóbbnak. Azonban, ebben az esetben be kell számítani a megengedett feltételek megszegésének veszélyét és költségeit is.

Az online ellenőrző berendezéseket ugyanezen okok miatt rendszeren karban kell tartani, azonban viszonylag rövid időn belül visszanyerhetők a személyes ellenőrzések költségei.

A vizsgálatot követő, szakaszos kibocsátás esetében a vízáramnak megfelelő méretű akna, tartály vagy kád beruházási költsége viszonylag magas, esetleg két vagy több akna, tartály vagy kád üzemeltethető egymást követően. Ehhez is ellenőrzésre és analízisre van szükség a kibocsátás előtt.

3.14 Hulladékgazdálkodási technikák

3.14.1 Hulladékok: keletkezésük és a velük való gazdálkodás

Az irányelv megköveteli a kezelőtől, hogy – ahol az lehetséges – segítse elő folyamatban keletkezett, illetve az ott felhasznált anyagok, valamint a hulladékok visszanyerését és újrahasznosítását.

A felületkezelő berendezésekben zajló öblítések során tömény oldatok, koncentrátumok keletkeznek. Az öblítővizeken kívül az alábbi, fémtartalmú szennyvizek képződnek:

- ritkán az elektrokémiai eljárásokból származó kimerült műveleti oldatok (elektrolitok),
- a kémiai fémbevonatokat leválasztó eljárásokból származó kimerült műveleti oldatok,
- az elő- és utókezelésből (zsírtalanítás, pácolás, foszfátózás, és kémiai konverzió) származó kimerült műveleti oldatok,
- az elválasztási és regenerálási műveletekből (pl. ioncsere, retardáció, elektrolízis) származó oldatok,
- a kapcsolódó tevékenységekből (pl. léghosók és szűrők, valamint a berendezés tisztítása) származó oldatok.

Általában az oldatok és a szennyvizek a szennyvíz rendszerbe kerülnek. A szennyvízkezelés során alapvetően, az oldott fémionokat oldhatatlan vegyületekként csapják ki. A normál, nátrium-hidroxidos és/vagy mésztejes lecsapás során a fémek hidroxid és/vagy oxid-hidrát alakban csapódnak ki. A lecsapás végezhető karbonátként vagy szulfidként is. A keletkező iszap víztartalma rendszerint meghaladja a 95 %-ot, ezért szűrőpréssel 70 - 60 % víztartalmúra töményítik, és ebben a formában iszapként deponálják.

Az iszap mennyisége különböző paraméterek függvénye:

- a bemenő anyagok szennyezettsége,
- a munkadarabok felületén lévő fém-oxidok mennyisége (korrózió),
- a munkadarabok által kihordott műveleti oldat mennyisége (kihordás),
- a műveleti oldatok élettartama.

Ez azt jelenti, hogy belső újrahasznosítási intézkedések nélkül az iszap keletkezése arányos a kihordással és a műveleti oldatok élettartamával. Általában, a kihordáshoz fűződő fém veszteség a műveletben felhasznált fém mennyiségének 5 – 30 % -a.

A felületkezelésnél keletkező iszap általában fém-hidroxidok és esetleg gipsz keveréke. Tartalmazza a műveletekben használt lecsapáshoz szükséges vegyszerekből származó színesfémek-, a munkadarabok anyagául szolgáló vas- vagy alumínium-, valamint kalcium-, kálium- és nátriumionokat., a lecsapáshoz használt vegyszerekből.

A galvanizálási műveletek függvényében, a színesfém-tartalom (Cu, Ni) elérheti a szárazanyag 30 %-át, például, az egyfajta műveletből származó iszapok esetében. A galvániszapok nagy része keverék, amelynek összes színesfém tartalma kb. 10 %, mint ahogyan azt a 18. táblázat mutatja.

	Cu %	Ni %	Zn %	Pb %	Cr %	Fe %	Ca %	Cl %	SO ₄ %	Víz %
Cu iszap	5 – 10	1 – 5	1 – 5	0 – 1	0 – 2	5 – 15	2 – 10	0 – 3	0 – 20	50 – 70
Ni iszap	0 – 2	10 – 15	1	0 – 1	0 – 2	0 – 5	0 – 5	0 – 3	0 – 5	50 – 70
Vegyesiszap	0 – 2	0 – 2	2 – 3	0 – 1	0 – 2	5 – 15	5 – 15	0 – 3	5 – 20	50 – 70

18. táblázat Különbféle eredetű galvániszapok jellemző összetétele

Néhány folyékony hulladék (pl. a használhatatlanná vált elektrolitok, illetve konverziós réteg leválasztására szolgáló oldatok) ugyancsak dúsítható és kezelhető az üzemi szennyvízkezelő berendezésben.

3.14.2 Hulladék képződése elkerülése és minimalizálása

Három kulcstényező van a felületkezelési eljárások hulladékai képződésének elkerülésére, illetve minimalizálására:

- a műveleti oldatok élettartamának megnövelése,
- a műveleti oldatok kihordásának csökkentése,
- a kihordott műveleti oldat visszatáplálása a műveleti kádakba.

Ezek az intézkedések részletesen a 3.4 és 3.5 pontban található meg.

3.14.3 Hulladékok újrafelhasználása és újrahasznosítása

Leírás A galvániszapok egy része értékes anyagokat tartalmazhat, és sok esetben visszanyerhetők. A visszanyerés kiterjed a megfelelő galvániszapból réz, nikkelt, króm és cink kinyerésére, színesfém vagy vegyület formában. Ezeket a következő területeken lehet felhasználni:

- színesfém finomítást végző hidro- és pirometallurgiával foglalkozó vállalatok,
- szerves vegyipari vállalatok, valamint a termékek gyártásához fémeket vagy fémvegyületeket felhasználó, üveg- és kerámiaipari vállalatok,
- további felhasználásra alkalmas fém koncentrátumok gyártása,
- az anódizálásból származó alumínium-hidroxid lecsapható és újrahasznosítható, például koagulálószerként a szennyvízkezelésnél vagy timföldgyárban. (Megjegyzés: a színezési és tömitési eljárásból származó öblítővizek nehézfémeket tartalmazhatnak,

célszerű az ilyen eljárásokból származó iszapokat külön összegyűjteni, ha az iszapot fel akarják használni.).

Az olyan technika, amelyben a fémvegyületeket ásványi anyagokba (pl. üveg, kerámia, cement) beágyazzák, nem tekintendő újrahasznosításnak. (Egy beágyazott anyag veszélytelenségét jelenleg a 98/2001. (VI. 15.) Korm. rendelet 1. számú melléklete E) fejezete szerint kell bizonyítani.)

A felületkezelő berendezésekben használt elektrolitok, fém és konverziós bevonatokat leválasztó oldatok, amelyek már nem alkalmasak regenerálásra, folyékony hulladékká válnak. Ezek az oldatok bizonyos feltételekkel közvetlenül az új elektrolitok gyártásában történő újrafelhasználáshoz visszaadhatók a vegyszerszállítóknak.

A kiemelt cél a visszanyerés alapanyagként történő felhasználáshoz, azaz a réz, nikkelt és cink fém kinyerése a felesleges elektrolitokból. Ez a technika elvileg ugyancsak alkalmazható félkoncentrátumokhoz is, pl. a takaréköblítőkhöz. Előnyös lehet bepárlással tovább töményíteni ezeket az oldatokat, ami csökkenti a szállítási költségeket, és egyidejűleg növeli az értékes fémtartalmat.

Elért környezeti előnyök Tartós (azaz nem bomló), áruként forgalmazható visszanyerés.

Ellenhatások

A visszanyerésnél bekövetkező emissziók, illetve a visszanyeréshez szükséges energia. Az újrafeldolgozáshoz használt vegyszerek.

Üzemeltetési adatok Célszerű figyelembe venni a visszanyerés és az újrahasznosítás egyensúlyát. Az újrahasznosítási lehetőségeket akkor részesítik előnyben, amikor a szennyvízrendszeren belül az öblítővizet elválasztják, fémtartalmuknak megfelelően. Az alkalmazott szétválasztás aránya függ az újrahasznosítás végző vállaltok követelményeitől.

A rezet és a nikkelt általában visszanyerik. Ugyancsak visszanyernek kisebb mennyiségű nemesfémeket, ónt, ólmot és kadmiumot. Az újrafelhasználás műszakilag akkor lehetséges, ha az iszapok megfelelő elő- és utókezelés révén keletkeztek, amelyek megfelelnek az újrahasznosítást végző berendezés követelményeinek, mind a konzisztencia, mind pedig a kémiai összetétel tekintetében. Ezek a követelmények magukba foglalják:

- a fizikai paramétereket, pl. konzisztenciát és víztartalmat,
- a fémek hasznosítható határ-koncentrációjának elérését vagy meghaladását,
- felhasználható fém keverék készítését,
- az újrahasznosítást zavaró anyagok maximális koncentrációját.

Az újrahasznosítást folytató üzemek követelményei a galvániszap konzisztenciájára és összetételére vonatkozóan különböznek egymástól, az egyes újrahasznosítási eljárásoktól függően, és eseti elemzést igényelnek.

Alkalmazhatóság Megfelelő újrafelhasználási lehetőségek meglététől és az iszapok megfelelőségétől függően.

Például, a visszanyert, magas kloridtartalmú króm-oxidok lehet, hogy nem megfelelőek a króm visszanyeréséhez, néhány eljárásnál.

A szállítás (az újrahasznosító cég és az üzem közötti távolság) ugyancsak fontos szempont lehet.

Gazdasági szempontok Esetfüggő. A veszélyesként besorolt, felületkezelési hulladékok elhelyezésének költsége.

Megvalósítást ösztönző tényezők A veszélyes hulladékok emelkedő elhelyezési költségei.

3.15 Zajterhelés szabályozása

Leírás A dokumentum zajra vonatkozó fejezetein belül a „zaj” kifejezés „zaj és/vagy rezgés” jelentésű. A környezeti zajforrásokat az alábbi főbb csoportokra lehet osztani:

Ipari (üzemi) zajforrások

Üzemi zajforrásokhoz tartoznak az ipari termelő és szolgáltató üzemek, beleértve a területükön mozgó járműveket, az épületek rendeltetésszerű használatát biztosító gépi berendezéseket (pl. kereskedelmi és lakossági szellőző- és klímaberendezések, transzformátorok stb.). A fémek és műanyagok felületkezelése során jelentős zajforrások lehetnek a:

- mechanikai felületelőkészítés műveletei ill. berendezései,
- köszörülés, csiszolás, polírozás,
- homok- és sörétfúvatás,
- koptatás forgó dobban és harangban.

Valamennyi művelet természetéből adódóan zajjal jár és általában zárt helyiségben történik. Ahol a hangszigetelés környezetvédelmi szempontból nem kielégítő, az épületszerkezet és az ajtók akusztikai igényeknek megfelelő módosítására van szükség. Jó gyakorlati megoldás rezgés-csillapító talpazat és tömör alapzat beépítése. Másrészt megoldás lehet egyes esetekben kevésbé zajos gépek alkalmazása, de ahol ez nem megvalósítható, ott zajcsillapító eljárásokat kell betervezni, mint pl. a széles- hullámsávú hangelnyelőket.

-Légtechnikai berendezések

Elsősorban kéményes elszívó készülékek, szívó- és fűvóventilátorok, levegőbetápláló és keringtető egységek. A kompresszorokat rendszerint szigetelőházzal együtt szerelik, mely kiemelt hangszigetelésre tervezett. Új létesítmények esetében elhelyezésük gondos tervezést igényel, és ahol arra környezetvédelmi szempontból igény van, ott kimeneti nyílásukat hangtompítóval/zajszűrővel kell ellátni.

-Telephelyen belüli anyagmozgatás

A telephelyen belül a nyersanyagok és késztermékek szállítása technológiailag kapcsolódó tevékenység. A legfontosabb szempont, hogy az úthálózat alaprajza minimalizálja az irányváltoztatások szükségességét és a járműforgalom olyan útvonalon/területen bonyolódjon, ahol az épületek védik a meglévő, vagy jövőbeni potenciális zajérzékeny helyeket. Ha folyamatos forgalomélénkülésből adódó probléma áll elő, üzemelésre vonatkozó időkorlátokat kell alkalmazni.

Közlekedési eredetű zajforrások, amelyek közvetlenül nem kapcsolhatók az ipari tevékenységhez

A vízi és légi útvonalon, közúton, közlekedési területen mozgó gépjármű, várakozó-(parkoló) helyen, vasútvonalon, pályaudvaron, repülőtéren és egyéb fel/leszállóhelyen, kikötőben (együtt: közlekedési létesítményben) történő, a közlekedéssel közvetlenül összefüggő járműmozgás, járműműködtetés.

A környezetben kialakuló zajviszonyokat számos tényező határozza meg, elsősorban a zajforrás típusa és működési körülményei.

A 193/2001. (X.19.) sz. Kormányrendelet a létesítmények működésével kapcsolatban előírja, hogy törekedni kell „a létesítményből származó kibocsátás megelőzésére, vagy amennyiben a megelőzés nem lehetséges, a kibocsátás csökkentésére” olyan technológiai eljárások és egyéb

műszaki megoldások alkalmazásával, melyek megfelelnek a mindenkori elérhető legjobb technikának. A szennyezés meghatározása a következő „olyan kibocsátás, mely káros az emberi egészségre és a környezet minőségére, zavarja az érzékszerveket, károsítja vagy megzavarja az életminőségét, vagy a környezet más természetű törvényes használatát”.

A BAT ezért gyakorlatilag majdnem teljesen megegyezik a zavaró zajhatásokkal foglalkozó vonatkozó rendelet által előírtakkal, mely megköveteli „a legcélszerűbb módszerek” alkalmazását a zajártalom létrejöttének megelőzésére vagy minimalizálására.

Zaj esetében „az emberi érzékelés tűréshatárát” általában, az ezzel kapcsolatos panaszok valószínűsége alapján lehet megítélni, néhány esetben azonban ennél nagyobb mértékben is lehetséges a zajhatás csökkentése, ésszerű költségráfordítás mellett, ilyen esetekben, kivételesen, ennek a csökkentett zajszintnek az elérését lehet a BAT-nak tekinteni.

A BAT elérése érdekében megteendő intézkedések

A gyártó megfelelő intézkedéseket köteles hozni a zaj szabályozására, ide sorolva az üzem minden egységének és berendezésének helyes karbantartását, melyek állapotromlása előidézheti a zajszint emelkedését (pl. csapágyak, légttechnikai berendezések, épületszerkezeti részek karbantartása) csakúgy, mint jellemző zajcsillapító intézkedések megtételét, az üzemi szerelvényekre és gépekre vonatkozóan.

A gyártónak olyan zajvédelmi technikákat kell alkalmaznia, melyekkel biztosítható, hogy a létesítmény zajszintje nem haladja meg a zavarásnak a jogalkotó által előírt ésszerű szintjét. Különösen indokolni kell, ha bármelyik, a létesítményből származó zajszint (LAeq) meghaladja a háttérzaj szintjét (LAeq). A zaj és rezgés tekintetében viszonyításul szolgáló határértékek a 8/2002. (III.22.) KöM-EüM rendeletben találhatók.

Zajjal kapcsolatos felmérés, mérés, vizsgálat (mely tartalmazhatja az üzem minden különálló egységére vonatkozó hangerőszint értékelést) vagy modellezés a zaj fajtájától függően szükségessé válhat, bármely új vagy üzemelő létesítmény esetében. A vállalatirányítási rendszer részeként a gyártó rendelkezhet zajkezelési tervvel.

Jelentős módosítás esetén kötelező, egyébként javasolt időszakosan zaj- és rezgésfelméréseket készíttetni.

Különbséget kell tenni az újonnan létesülő és a már meglévő zajforrások között. Az új zajforrásokra/technológiákra lényegesen szigorúbb előírások vonatkozhatnak. Ugyanis amennyiben a térségben már vannak működő zajforrások, amelyek működésekor a létesítmény zajkibocsátása éppen megfelel az előírásoknak vagy azt túllépi, akkor az újonnan létesítendő zajforrás/technológia kibocsátását határérték mínusz 10 dB(A) értékkel kell tervezni ahhoz, hogy a zajkibocsátási határérték betartható legyen. A magyar előírások szerint ipari létesítmény nem okozhat a megengedettnél nagyobb zajterhelést, így bővítés vagy technológiaváltás stb. révén az új zajkibocsátás túllépés esetén tehát vagy az eredetinél kisebb, vagy a 8/2002. (III. 22.) KöM-EüM rendeletben meghatározott megengedhető értékű lehet. Amennyiben továbbra is túllépés áll fent, további intézkedések megtétele szükséges.

A meglévő létesítmények zajcsökkentését fokozatosan, hosszabb idő alatt lehet megoldani. A 8/2002. (III. 22.) KöM-EüM együttes rendelet - a zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról - lehetővé teszi az egyedi zajkibocsátási határértékek előírását.

A kialakuló zajviszonyokat számos tényező határozza meg, de elsősorban a zajforrás típusa és működési körülményei a döntők.

A zajcsökkentés során vizsgálni kell az alábbi eljárások alkalmazhatóságát:

- a kisugárzott zajteljesítmény csökkentése a gép, berendezés konstrukciós kialakításának, vagy a technológia változásának segítségével,
- a zajterjedési viszonyok megváltoztatása (tokozás, zajvédő ernyők felállítása, teremakusztikai viszonyok módosítása),
- az embert érő zajterhelés csökkentése (pl. munkahelyen egyéni zajvédő eszközök alkalmazása, épületekben nyílászárók hanggátlásának növelése).

A zajcsökkentés legfontosabb lépése a mértékadó zajforrások lokalizálása és a keletkezési mechanizmusok meghatározása.

Célszerű a leghangosabb (átlag+ 8-10 dB) gépekre/berendezésekre koncentrálni és ezek zajcsökkentési lehetőségeivel foglalkozni.

Meglevő üzemek esetében figyelembe kell venni, hogy milyen utólagos zajvédelmi berendezések beépítése lehetséges.

A zajcsökkentési munkák az épületszerkezetekre, a szabadban és az épületeken belül működő gépekre, berendezésekre is terjedjenek ki.

Elért környezeti előnyök	Közepes környezeti eredmény.
Ellenhatások	Hangtompítók használata energia igény növekedéshez vezethet, a nyomás csökkenés következtében. A csapóajtók becsukása megnövelheti a belső szellőztetési és hűtési igényt.
Üzemeltetési adatok	Helytől függő.
Alkalmazhatóság	Új és régi berendezések.
Gazdasági szempontok	Helytől függő, azonban általában nem térül meg. Ha az üzem ajtajai be vannak csukva, megnőnek a légtechnikai szellőztetési költségek.

4 Elérhető legjobb technikák

4.1 Általános BAT

Speciálisan ennek az iparterületnek az esetében ugyancsak a következő potenciális KVR elemek figyelembe vétele:

- az egység esetleges megrendelése lemondásának környezeti hatása egy új berendezés tervezési fázisában
 - megfontolandó szempontok közreadása a fejlesztéshez, valamint tisztítási technológia alkalmazása
 - ahol célszerű, rendszeres időközönként az alkalmazási terület referencia pontokhoz viszonyítás alkalmazása, beleértve az energia felhasználás hatásfokát, és az energiatárolási tevékenységet, a bemenő anyagok megválasztását, a levegő és a szennyvíz kibocsátást, a vízfelhasználást és a hulladékképződést
1. Működtetési és karbantartási programok megvalósítása, amelyek magukba foglalják a dolgozók továbbképzését és megelőző tevékenységét a specifikus környezeti veszélyek minimalizálásának érdekében.

2. Az olyan menedzsment rendszerek átdolgozásának minimalizálása, amelyek az eljárás műszaki leírásának és minőség ellenőrzésének rendszeres újraértékelését követelik meg a vevők és az üzemeltetők részéről
 - (a) a következők biztosításához:
 - a. a műszaki leírások helyesek és aktuálisak legyenek
 - b. feleljenek meg a jogi előírásoknak
 - c. alkalmazhatóság
 - d. hozzáférhetőség
 - e. mérhetőség a vevő követelményei megvalósításának megfelelően
 - f. a vevő és az üzemeltető részéről egymás eljárásai és rendszereire vonatkozó minden változtatási javaslat megvitatása még a megvalósítás előtt
 - (b) Kiképezni a rendszer üzemeltetőit
 - (c) Biztosítani, hogy a vevők legyenek tudatában az eljárás korlátjainak és a megvalósított felületkezelés jellemzőinek
3. Határozza meg a berendezés teljesítményét. Teljesítményméréseket (vagy referencia értékeket) kell kialakítani, amelyek lehetővé teszik a berendezés működésének folyamatos, valamint külső referencia pontokhoz vonatkoztatott vizsgálatát is.
Ebben a fejezetben referencia pontokat talál az egyes tevékenységekhez, ahol léteznek ilyen adatok.
A legfontosabb területek a teljesítményméréshez:
 - a. energia felhasználás
 - b. víz felhasználás
 - c. nyersanyag felhasználás
4. Folyamatosan optimalizálja az inputok (nyersanyagok és segédanyagok) felhasználását a referencia pontokhoz viszonyítva.
5. Ha egy berendezéshez teljesítményméréssel adatot határoztak meg, az adat kezelésnek ki kell terjednie az alábbiakra
 - a) a kiértékelésért és adatkezelésért felelős személy vagy személyek kijelölése
 - b) a kezelést úgy kell végezni, hogy tájékoztassák a berendezés üzemeltetéséért felelős személyeket, beleértve a dolgozók gyors és hatékony figyelmeztetését a normál működéstől eltérés esetén
 - c) további vizsgálatokat kell végezni annak megállapítására, miért változik a teljesítmény, illetve miért tér el a külső referencia értékektől
6. Optimalizálja az egyes tevékenységeket és technológiai sorokat, a teljesítménymérésből, illetve az iparból származó adatok, valamint az e dokumentumban és egyéb forrásokban lévő javaslatok felhasználásával.
7. Alkalmazzon valós idejű folyamat ellenőrzést és optimalizálást az automata sorok esetében.

Berendezés tervezés, gyártás és üzemeltetés

8. A technológiai sorok ebben az iparágban a vegyszertárolással együtt helyezkednek el, ezért a tárolásra vonatkozó BAT referencia dokumentum ugyancsak érvényes. Speciálisan ehhez az iparághoz BAT az, hogy a berendezést úgy kell tervezni, kivitelezni és üzemeltetni, hogy megakadályozzák a szennyezést a veszélyek és az utak azonosításával, a veszélyesség egyszerű besorolásával, valamint egy háromlépéses szennyezés megelőzési akcióterv kialakításával:

Első:

- i. járuljon hozzá, hogy az üzem megfelelő méretű legyen
- ii. megfelelő eszközökkel (pl. padlótálca) határolja el a veszélyes területeket
- iii. biztosítsa a technológiai sor és részeinek (beleértve az ideiglenesen és a ritkán használt berendezéseket is) stabilitását

Második:

- i. a veszélyes anyagokat tartalmazó tároló kádak duplafalúak vagy elhatárolt helyen legyenek
- ii. a technológiai sorban lévő működő kádaknak az elhatárolt területen belül kell lenniük
- iii. ahol az oldatokat a kádak között szivattyúval mozgatják, a kádaknak az oldat mennyiségnek megfelelő méretűeknek kell lenniük
- iv. repedés meghatározó rendszert vagy az elkerített területet le kell ellenőrizni a karbantartási program részeként

Harmadik:

- i. a programok rendszeres felülvizsgálata és tesztelése
- ii. havária tervek készítése potenciális balesetekhez

9. A potenciális balesetekhez készített terveknek a következőket kell tartalmazniuk:
- a. nagyobb baleseti helyekre vonatkozó terv (a helynek megfelelő)
 - b. teendők vészhelyzetben olaj és vegyszer szivárgás esetén
 - c. elhatároló eszközök (pl. padlótálca) felülvizsgálata
 - d. hulladékgazdálkodási útmutató a kiszivárgott anyagokra vonatkozóan
 - e. a megfelelő eszközök rendelkezésre állásának és munkára alkalmas állapotának vizsgálata
 - f. biztosítani, hogy a személyzet környezet tudatos és felkészített legyen, ha vegyszer-szivárgás és baleset következik be
 - g. az érintett személyek szerepének és felelősségének meghatározása

Vegyszerek tárolása

10. A tárolására vonatkozó referencia dokumentumban közölt általános témákon túl a következőket határozták meg speciálisan ehhez a területhez:
- a. akadályozza meg a hidrogén-cianid gáz keletkezését, a savak és a cianidok elkülönített tárolásával
 - b. csökkentse a tűzveszélyt a tűzveszélyes anyagok és az oxidálószeres külön tárolásával
 - c. csökkentse a tűzveszélyt a nedvesség hatására spontán tűzveszélyes vegyszerek száraz helyen, oxidálószerektől külön tárolásával. Jelölje meg ezen tárolóhelyeket, hogy elkerüljék ott a vízzel végzett tűzoltást
 - d. akadályozza meg, hogy a környezetben a talaj és a víz elszennyeződjön a kifolyt, kiszóródott vegyszerek miatt
 - e. kerülje el vagy akadályozza meg a tároló edények, csőhálózat, szállító és ellenőrző rendszereknek vegyszerek és gázok hatására bekövetkező korrózióját.

Technológiai sorok típusai és kivitelezése

11. Azoknak a technológiai soroknak az esetében, ahol mérgező vagy irritatív gázok keletkeznek és a munkahelyi levegő előírászerű minősége másképpen nem biztosítható, vagy

az egész sort, vagy az emittáló eljárást elkülönített, zárt térben kell megvalósítani. Ez alkalmazható az új építésű és a jelentős mértékben felújított sorokra.

12. Akadályozza meg a nyers munkadarabok tárolás alatti korrózióját az alábbiakkal vagy azok kombinációjával:
 - a. tárolási idő rövidítése
 - b. a tárolóhelyiség légtere légnedvességének, hőmérsékletének és/vagy pH-jának szabályozása
 - c. átmeneti korrózióvédő bevonat vagy csomagolás alkalmazása

Általános üzemeltetési kérdések

Szerszámozás

13. Függesztő szerszámok alkalmazásával működő sorok esetében a szerszámozást úgy kell kialakítani, hogy minimális legyen a kihordás és a munkadarab veszteség, viszont maximális az áram átadás hatásfoka, ld. 3.2.3 pontot.

Technológiai oldatok keverése

14. Keverje az összes technológiai oldatot, hogy biztosítsa a friss oldat áramlását a munkadarab felülete körül.

Egyéb felhasználások – energia és víz

15. Figyelje és jegyezze fel fajta szerint az összes egyéb felhasználásokat: az elektromos áramot, a földgázt, cseppfolyósított PB gázt és egyéb tüzelőanyagokat, a vizet, tekintet nélkül a forrásra és az egység költségre. Az összes egyéb felhasználásokat mérni kell, a berendezés méretének és az alkalmazási területének megfelelően. Az adatok részletessége és rögzítésének gyakorisága (pl. óránként, műszakonként, hetente, illetve négyzetméterenként vagy egyéb mértékegységenként) feleljen meg az eljárás méretének és a mérés relatív fontosságának.

Elektromos áram, nagy feszültség és áram igény

Ld. a 3.3.1 pontot:

16. Minimalizálja a meddő áram veszteséget mindhárom fázis esetében, éves felülvizsgálatokkal, gondoskodva arról, hogy a feszültség és az áram csúcs közötti $\cos \varphi$ folyamatosan 0,95 fölött legyen.
17. Csökkentse a vezetékek és a csatlakozók közötti feszültség esést, rövid távolságot tartva az egyenirányítók és az anódok között, a gyűjtősínt röviden és hűvösen tartva, vízhűtés alkalmazásával, ahol a léghűtés nem elegendő.
18. Alkalmazzon egyedi anód áramellátást és szabályozást, az áram optimális beállításához.
19. Rendszeresen tartsa karban az egyenirányítókat és az érintkezőket (gyűjtősíneket) az elektromos rendszerben.
20. A régebbi típusoknál jobb hatásfokú, modern egyenirányítókat alkalmazzon.
21. Növelje meg a technológiai oldatok vezetőképességét.
22. Alkalmazzon módosított áram hullám fajtákat (pl. impulzus, pólusváltásos áram) a fémbevonatok javítására.
23. Kézzel vagy automatikus szabályozó rendszerrel tartsa az elektromos áram felhasználást a szolgáltatóval kötött szerződés határain belül, biztosítva azt, hogy a csúcsterhelések ne

haladják meg a megadott maximum értékeket (kerülve, hogy a csúcs felhasználás az országos csúcspozíció idejére essen).

24. Úgy tervezze a munkát, hogy a magasabb áram felhasználás az alacsonyabb áramdíjú időszakokra essen.

Fűtés

25. Ellenőrizze a hőmérsékletet és szabályozza az eljárás optimális tartományán belül, ld. 3.3.3 pontot.
26. Ahol a kádhoz elektromos merülő fűtőtesteket vagy közvetlen fűtést használnak, kézi vagy automata ellenőrző rendszert kell alkalmazni annak biztosításához, hogy a kádak ne száradjanak ki.

Hővesztesség csökkentése

27. Csökkentse a fűtött oldatok felől elszívott levegő mennyiségét a 3.3.3 pontban közölt módszerekkel.
28. Levegő keverés használata fűtött technológiai oldatokhoz a hővesztesség miatt nem BAT (ld. 3.3.3 pontot).
29. Optimalizálja a technológiai oldatok összetétel és üzemi hőmérséklet tartományát a fűtéshez vagy hűtéshez szükséges energia igény minimalizálása érdekében (ld. 3.3.3 pontot).
30. Hővisszanyerési lehetőségek felkutatása BAT, ld. 3.3.3 pontot.
31. Fedje le a technológiai oldatok felszínét lebegő golyókkal (ld. a 3.3.3 pontot).

Oldat vagy tevékenység típusa	Oldatok, melyeknél szükség van elszívásra
Minden esetben:	
Cianid	
Hat vegyértékű króm, mely egy vagy több tulajdonsággal rendelkezik a következőkből:	<ul style="list-style-type: none"> • Galvanizáló oldatok • Melegített vagy ön-melegedő • Levegővel keverve
Nikkel oldatok	Levegőkeverés esetén
Ammónia	Oldatok, melyekből ammónia távozik, mint komponens, vagy mint bomlástermék

Porképződéssel járó tevékenységek, úgymint polírozás és csiszolás		
Oldhatatlan anódok használata	Mindazon eljárások, amelyek során hidrogén és/vagy oxigén szabadul fel a belobbanás veszélyével	
Savas oldatok		
	Oldatok, melyeknél nincs szükség elszívásra	Oldatok, melyeknél szükség van elszívásra
Salétromsavas eljárások NOx kibocsátással		<p>A fémek felületkezelésére szolgáló eljárások, melyeknél előfordulhat a nitrogén bármilyen savképző oxidja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alumínium kémiai fenyésítése • Réz ötvözetek kémiai

		<p>fényesítése</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pácolás salétromsav alkalmazásával, mely tartalmazhat még hidrogén-fluoridot • Salétromsavas pácolás • Kémiai leoldás (sztrippelés) salétromsav alkalmazásával
Pácolás és leoldás (stripperelés) (sztrippelés) sósav alkalmazásával	A környezeti hőmérsékleten és 1:1-nél nagyobb hígításban használt technikai tisztaságú sósav általában nem fejleszt HCl gázt vagy gőzöket, melyek elszívást igényelnek egészségügyi vagy biztonsági okokból	A magasabb koncentrációban és/vagy hőmérsékleten használt sósav jelentős HCl gáz vagy gőzök képződésével jár, melyeknél szükség van elszívásra egészségügyi vagy biztonsági okokból, illetve a munkahely korróziójának megelőzése érdekében. (A technikai sósav töménysége 31-36% ezért az 1:1-es hígítás 15-18 %-os sósavoldatot eredményez) Az ennél töményebb oldatok esetében elszívás szükséges.
Pácolás és leoldás kénsav alkalmazásával	A 60°C alatti hőmérsékleten használt kénsav általában nem bocsát ki savas gőzöket, melyek elszívása szükséges lenne egészségügyi és biztonsági okokból	A 60°C feletti hőmérsékleten használt kénsav finom permetet bocsát ki, melynek elszívása szükséges egészségügyi és biztonsági okokból, és a berendezések korróziójának megelőzése érdekében
Fluoridokat tartalmazó savas pácolás		Az összes esetben
Lúgos oldatok		
Vizes bázisú lúgos zsirtalanítás	A lúgos zsirtalanító vegyszerek nem illékonyak, ezért nem szükséges a légelszívás egészségügyi, biztonsági vagy helyi környezetvédelmi okokból	A 60 °C feletti üzemelő kádak jelentős mennyiségű vízgőzt termelhetnek, melyeket el lehet szívni az üzemeltető kényelme és a korrózió megelőzése érdekében

19. táblázat: Oldatok és tevékenységek, melyeknél a fugitív veszteségek megelőzése szükséges

Hűtés

Ld. a 3.3.4 pontot:

32. Nem BAT egyszer áthaladó vizes hűtőrendszer használata, kivéve ha helyi vízforrások állnak rendelkezésre.
33. A nyitott hűtőrendszereket úgy kell megtervezni, elhelyezni és karbantartani, hogy előzzék meg a Legionella baktérium kialakulását és továbbítását.
34. BAT a zárt, hűtött közeges hűtőrendszerek alkalmazása, új vagy lecserélt hűtőrendszerek esetében.
35. BAT a technológiai oldatok energia feleslegének felhasználása elpárologtatással (ld. a 3.3.4 pontot), ahol
 - a. szükség van az oldat térfogatának csökkentésére az összeállításhoz alkalmazott vegyszerek visszanyerésére

- b. az elpárolgatás összekapcsolható kaszkád és/vagy csökkentett vizes öblítő rendszerekkel, a technológiai oldat víz és anyag veszteségének minimalizálásához vagy nullára csökkentéséhez.
36. Telepítsen elpárolgató rendszert – ami a hűtőrendszerénél előnyösebb – oda, ahol az energia mérleg számítások alacsonyabb energia igényt mutatnak a mesterségesen végzett elpárolgatás esetében, a kiegészítő hűtéshez viszonyítva, és az oldat összetétele stabil (ld. 3.5.9.3 pontot).

Víz és anyag megtakarítás

Ebben az iparágban a legnagyobb mértékű nyersanyag veszteség a szennyvízhez kapcsolódik, a víz és a nyersanyagok megtakarítását ezért együtt kell tárgyalni.

37. Ellenőrizze az összes víz és anyag felhasználási pontot a berendezésekben, rendszeresen (óránként, naponta, műszakonként vagy hetente) jegyezze fel az így nyert adatokat, a felhasználásnak és az ellenőrzéshez szükséges adatoknak megfelelően (ld. 3.3.5.1 pontot). A kapott adatokat teljesítményméréshez és a környezet menedzsment rendszerhez használják fel.
38. Kezelje, használja, illetve forgassa vissza a vizet, a tevékenység számára szükséges tápvíz minőségnek megfelelően (ld. a 3.3.5.2 pontot).
39. Használjon egymással összeférhető vegyszereket a technológiai sorban, hogy elkerülhesse az öblítés igényt két tevékenység között, ld. a 3.4.2 pontot.

Kihordás csökkentés

40. Alkalmazza az alábbi módszereket a technológiai oldatból az anyag kihordás minimalizálásához. Kivéve, ha a lecsepegtetési idő hatással lehet a kezelt felület minőségére, mint például:
- a. passzíválás króm(VI)tartalmú oldatokban
 - b. alumínium maratás
 - c. cinkátozás
41. Csökkentse a technológiai oldat viszkozitását (ld. a 3.4.4 és 3.4.5 pontokat) a következő módon:
- a. a vegyszerek koncentrációjának csökkentése vagy alacsony koncentrációjú oldatok használata
 - b. nedvesítőszer adagolása
 - c. győződjön meg arról, hogy a technológiai oldatokban lévő vegyszerek koncentrációja nem haladja meg a javasolt értékeket
 - d. biztosítsa, hogy a hőmérséklet optimalizált legyen, az üzemeltetési tartománynak és a szükséges vezetőképességnek megfelelően.

Kihordás csökkentés – függesztő szerszám

42. Csökkentse a technológiai oldatok kihordását a következő módszerek kombinációjával (ld. 3.4 pontot):
- a. Helyezze a munkadarabokat megfelelő szögben, illetve az üreges munkadarabokat felülről lefelé pozícionálva a szerszámra úgy, hogy akadályozza meg az oldat visszatartását.
 - b. A szerszámok kiemelésakor hagyjon megfelelő lecsepegtetési időt (ld. Az 5. táblázatot).
 - c. Kézzel vagy automatikusan helyezzen a szerszám alá csepegtető tálcát amikor a munkadarabokat a kádak fölött továbbítja.

- d. Rendszeresen ellenőrizze és tartsa karban a szerszámokat, nincs-e rajtuk repedés vagy rés, ami visszatartja a technológiai oldatot, és hogy a szerszám bevonata hidrofób (és megtartja ezt a tulajdonságát).
- e. Vízipermettel vagy sűrített levegővel vigye vissza a szerszámon és a munkadarabokon maradt oldatot a technológiai kádba.
- f. Állapodjon meg a vevőkkel, hogy a munkadarabokat a technológiai oldat eltávolításához elegendő minimális nyílással gyártsák, vagy készítsenek víz kifolyást lehetővé tevő furatokat rajtuk.

A lecsepegtetési idő referencia értéke 20 másodperc (kiemelés és lecsepegtetés), ahogy az az 5. táblázatban szerepel.

Kihordás csökkentés - dob

43. BAT a technológiai oldatok kihordásának csökkentése a következő módszerek kombinációjával (ld. 3.4.4 pontot):

- a. biztosítsa a dobokkal kapcsolatban a következőket:
 - i. sima, hidrofób műanyagból készüljön, rendszeresen ellenőrizze, hogy nincsenek-e a rajtuk kopott felületek, sérülések, bemélyedések vagy kidudorodások, amik visszatartják a technológiai oldatot
 - ii. a furatok megfelelő átmérőjűek a dob fala pedig elég vékony legyen, a kapilláris hatás minimalizálása érdekében
 - iii. furatok helyett alkalmazzon szűrőgombákat a dob oldalában
 - iv. a dob testben lévő furatok aránya legyen minél nagyobb, a lecsepegtetés érdekében, de a dob szilárdságát ne gyengítse
- b. a dob kiemelésakor:
 - i. emelje ki lassan, a kihordás minimalizálásához, ld. 6. táblázatot
 - ii. a dob szakaszosan forogjon
 - iii. permetező öblítéssel, sűrített levegővel vagy elszívással vigye vissza a technológiai oldatot a kádba
 - iv. alkalmazzon ferde, a kádakba visszavezető lecsepegtető tálcákat a kádak között
 - v. automatikusan vagy manuálisan helyezzen be csepegtető tálcát
 - vi. döntse meg a dobot, ahol arra lehetőség van

A lecsepegtetési idő referencia értéke 24 másodperc, három 8 másodperces fordulattal, ld. a 6. táblázatot.

Öblítés

44. Csökkentse a víz felhasználást és takarékoskodjon a nyersanyagokkal az öblítés minőségének megőrzése mellett, a javasolt öblítési arányokkal, többszörös öblítéssel, illetve az első öblítő visszatáplálásával a technológiai oldatba. Ez a 3.5.7 és 3.5.8 pontokban leírt módszerek kombinációjával valósítható meg.

45. Minimalizálja az eljárásban az öblítéshez használt víz mennyiségét, kivéve, ahol a felületi reakció leállításához hígítás szükséges, mint pl.

- a. passzíválás króm(VI)tartalmú oldatban
- b. pácolás
- c. alumínium maratás
- d. cinkátozás

46. A jellemző vízfelhasználás öblítőkádanként átlagban 8 liter/m²
47. Kézzel üzemeltetett sorok esetén a dobot és a szerszámot annyi időre kell kiemelni, hogy biztosítsa a megfelelő lecsepegtetési időt, növelje az öblítés hatékonyságát szóró (perme-tező) öblítéssel, ld. a 3.5.4. pontot.
48. Növelje a kihordott anyagok visszanyerésének hatásfokát a 3.5.9 pontban leírt módszerek alkalmazásával.

Fémvisszanyerés

49. Nyerje vissza a fémeket azonnal, még a technológiai sorban, a fémvisszanyerés optimalizálása érdekében (ld. a hulladékokra vonatkozó részben közölt referencia értékeket, az alábbiakban és a 3.10 pontban).
50. Nyerje vissza a fémet anódként vagy külső hasznosításhoz, a következő módszereket egyedül vagy egymással kombinációban alkalmazva, az előbbieken, a „Víz és anyag megtakarítás” fejezetben leírtak szerint:
- alkalmazzon elektrolízist a fémek visszanyerésére a magasabb koncentrációjú oldatokból, mint pl. takaréköblítőkől, ld. a 3.10.1 pontot
Referencia érték: 100 – 500 mg/l fém koncentráció érhető el
 - ioncsere alkalmazható a nemesfémek visszanyerésére, ld. a 3.10.2 pontot.
Referencia érték: 30 – 75 g/l felhasznált gyanta.
51. Ahol a fémek visszanyerése megvalósítható, a szennyvizeket és iszapokat fajtánként külön kell kezelni (ld. a 3.14 pontot).

Recirkuláltatott vagy zéró kibocsátású rendszerek

52. Galvánfürdőknél BAT a zárt vagy zéró kibocsátású rendszer megvalósítása az egyes tevékenységekhez, az öblítés minimalizálási és a kihordott anyagok visszanyerési módszereinek kombinálásával (3.5 pont), továbbá fémvisszanyerési eljárások alkalmazásával, mint pl. membrán, ioncsere és/vagy elektrolízis technika, amelyek a 3.10 pontban találhatóak meg.

Zárt rendszer valósítható meg a következőknél:

- cianidos kadmiumozás
- Watt's típusú rezezés
- elektrolitikus nikkelezés
- krómozás króm(VI)tartalmú elektrolitban

Öblítővíz visszanyerés és újra felhasználás

53. Ahol a vizet az öblítővízből a fenti módszerek egyikével visszanyerték, használja fel újra azokban az eljárásokban, ahová a visszanyert víz minősége megfelelő, ld. 3.3.5.2 pontot.

Egyéb módszerek az alapanyag felhasználás csökkentésére

Vegyszer felhasználás

54. Ellenőrizze a technológiai vegyszerek koncentrációját, jegyezze fel, értékelje, és jelentse a felelős személynek, majd tegye meg a szükséges lépéseket, hogy az oldat összetevőit az optimális határértékek között tartsa, ld. a 3.6 pontot.

Anódos és katódos áramkihasználás különbözősége

55. Ha az elektródok áramkihasználása között jelentős az eltérés és a fémtartalom folyamatosan nő, a fémtartalmat szabályozza úgy, hogy a galvánkádban nem oldódó anódot használ és a fémet külső kádban oldja be az oldódó anódok egy része helyett (3.7.1 pont).
56. Rendszeres időközönként polarizációváltás az elektrolitikus zsírtalanításhoz használt elektródoknál és az elektrolitikus pácolási eljárásban (ld. 3.7.2 pont).

4.2 BAT speciális eljárásokhoz

Veszélyes anyagok helyettesítése és/vagy ellenőrzése

57. Általános BAT kevesebb veszélyes anyag felhasználása.

Az alábbiakban olyan eseteket sorolunk fel, amelyekben kevesebb veszélyes anyag és/vagy eljárás alkalmazható. Ahol veszélyes anyagokat kell felhasználni, a veszélyes anyagok felhasználásának és/vagy kibocsátásának minimalizálására vonatkozó módszert találja meg. Néhány esetben ez összekapcsolódik az eljárás hatásfokának javításával és/vagy az alkalmazott anyagok felhasználásának vagy kibocsátásának minimalizálásával.

EDTA

58. Helyettesítse az EDTA-t és a többi erős kelátképző szert a következők egyikével:

- a. biológiai úton lebomló helyettesítő anyagokkal, pl. glükonsav származékokkal
- b. alternatív módszerekkel, pl. direkt fémzés és a nyomtatott huzalozású lapok gyártásánál

Ld. a 3.8.1 és 3.11 pontokat.

PFOS (perfluor-oktán-szulfonát)

Nincs jelenleg ismert helyettesítőszer a PFOS-hoz, a legnagyobb mennyiségben a króm(VI)tartalmú oldatokhoz használják, ld. a 3.8.8.1 pontot. Azonban a munkavédelmi követelmények fontosabbak lehetnek bizonyos helyeken, mint alkalmazásuk folytatása.

59. Ahol az oldatban PFOS-t alkalmaznak a permet- vagy aeroszolképződés elfojtásához, vagy felületaktív adalékként:

- a. védőfallal vegye körül vagy alkalmazzon fedelet a kádhoz (ld. 3.1.3 és 3.12.2 pontot), és javítsa a légelszívást, hogy ne legyen szükség a PFOS-ra, vagy csökkenthető legyen a mennyisége
- b. ellenáramú öblítés és kihordás csökkentési módszer (ld. 3.5 pont) használata, hogy a PFOS-t tartsa vissza a technológiai oldatban.

Cianid

Nem lehetséges minden alkalmazási területen a cianidok helyettesítése, ld. a 12. táblázat.

60. A cianidos zsírtalanítás nem BAT (ld. a 3.8.5 és 3.8.13 pontot).

61. Ahol cianidos oldatokat kell használni, BAT a technológiát víz-visszaforgatásos rendszerként megvalósítani, öblítés minimalizálás és kihordás visszanyerési módszerek (ld. 3.5 pontot) kombinálásával külön-külön, vagy fémvisszanyerő eljárásokkal társítva, pl. membrán, ioncsere és/vagy elektrolízis módszerrel, ld. a 3.10 pontot. (Megjegyzés: ez a cianidos eljárásra vonatkozik, nem pedig olyan segéd eljárásokra, mint a zsírtalanítás.)

Cink

62. Helyettesítse a cink-cianid oldatokat (ld. a 3.8.4 pontot) a következőkkel
- savas cink, ekkor az energia felhasználás határfoka optimális, a környezeti kibocsátás csökken, fényes, dekoratív bevonat érhető el az eljárással
 - lúgos cianid-mentes cink, ahol a fémbevonat egyenletessége lényeges szempont

Réz

63. Helyettesítse a cianidos rezet savas vagy pirofoszfátos rézzel, kivéve a vékony rézbevonat leválasztásakor acél és cink fröccsöntvény munkadarabok esetében, ld. 12. táblázat.

Kadmium

Kadmiumozzon víz-visszaforgatásos, öblítővíz kibocsátás nélküli rendszerben (ld. 53. pontot).

64. Helyettesítse a cianidos kadmiumot fluoroboráttal, szulfáttal vagy kloriddal, ld.12. táblázat.
65. A kadmiumozást különállóan, külön padlótálca felett végezze, ellenőrizze a fém kibocsátást a vízben. A maximális kibocsátási szint más szennyvizekkel való elkeveredés előtt 0,2 mg/l, 0,1 mg/l a közcsatornába vezetés, 0,05 ill. 0,005 mg/l az élővízbe vezetés előtt.

Króm(VI)

Ld. a 3.8.6 pontot.

66. Króm(III)-at gazdasági okokból nem alkalmaznak elterjedten acél munkadarabok krómozására, és nem használható kemény krómozáshoz sem. A krómsavas anódizálás nem terjedt el széles körben, csupán az űrtechnikában, elektronikában és egyéb, speciális alkalmazási területen. Nem helyettesíthető.

Dekoratív krómozás

67. Helyettesítse a króm(VI)tartalmú elektrolitot króm(III)tartalmúval dekoratív alkalmazási területen, amennyiben a vevő nem ellenzi és ahol a korrózióállósági követelmények alacsonyak (pl. ahol a CASS előírás nem éri el a 16 órát). Azokban az esetekben, amikor nagyobbak a korrózióállósággal szemben támasztott követelmények, növelje azt meg a króm(III)tartalmú elektrolitból leválasztott bevonat alatti nikkel bevonattal és/vagy szerves passziválással (ld. 3.8.8.2. pont).

Vagy

68. Helyettesítse a króm(VI)-alapú eljárást krómmentessel, pl. ón-kobalt ötvözetrel, ha a követelmények lehetővé teszik, dekoratív bevonatként (ld. a 3.8.9 pont).

Krómozás króm(VI)-alapú elektrolitban

Ha króm(VI)-alapú elektrolitot alkalmaz:

69. Helyettesítse a magas króm(VI)tartalmú elektrolitot alacsony koncentrációjúval és/vagy hideg krómozó eljárással.
70. Csökkentse a légszennyezést az alábbiak szerint (ld. 3.12 pont):
- új vagy felújított technológiai sorok esetében, és ahol a munkadarabok megfelelően egyforma méretűek: vegye körül a galvánsort vagy a galvanizáló berendezést megfelelő választófallal (ld. 3.1.3 pontot)

- b. vagy, fedje le az elektrolitot a galvanizálás időtartamára mechanikai vagy kézi úton, különösen, ha a műveleti idő hosszú, illetve az üzemszünet idejére
 - c. használjon légelszívó berendezést, bepárló és gőz kondenzáló egységgel, a víz-visszaforgatásos rendszereknél (ld. a 72. pontban).
71. A króm(VI) elektrolitokat víz-visszaforgatásos rendszerben alkalmazza (ld. az előbbieken a 60. pontot). Így visszatartja a PFOS-t és a króm(VI)vegyületeket az elektrolitban.
72. Nem BAT csupán a PFOS-alapú párologtatócsökkentőkre támaszkodni a munkahelyeken megengedett koncentráció határértékek betartásánál. Ne használjon PFOS-alapú párologtatócsökkentőt, hacsak munkavédelmi okokból nem feltétlenül szükséges.

Króm konverziós bevonatok (passzíválás)

73. Helyettesítse a króm(VI)tartalmú bevonatokat króm(III)tartalmúakkal vagy krómmentesekkel, szükség esetén további bevonatok felhasználásával, ld. 3.8.10.2 és 3.8.10.3 pontokat.

Csiszolás, polírozás

74. Ahol lehetséges használjon savas réz elektrolitot a mechanikai csiszolás és polírozás helyett, ld. 3.8.11 pontot.

Zsírtalanítás helyettesítése és javítása

A felületkezelő dolgozók, különösen a bér munkát végző cégeknél, nincsenek megfelelően informálva a vevőjük által használt, a munkadarabok felületén lévő olajok és zsírok fajtájáról.

75. Vegye fel a kapcsolatot a vevővel vagy a megelőző eljárást végző dolgozóval, az olajok vagy zsírok mennyiségének minimalizálásához, illetve olyan olajok, zsírok kiválasztásához, amelyek lehetővé teszik a környezetbarát zsírtalanító rendszerek használatát (ld. 3.2.2 pontot).
76. Ha túl sok az olaj, alkalmazzon fizikai módszereket az olaj eltávolítására, mint pl. centrifugálás, léglefúvás, vagy a nagy, minőségileg kritikus/nagy értékű munkadarabok letörlése (ld. 3.8.12.1 pontot).
77. A cianidos zsírtalanítást más eljárásokkal kell helyettesíteni, ld. 3.8.5 pont.

Oldószeres zsírtalanítás

78. Az oldószeres zsírtalanítás minden esetben helyettesíthető a következő módszerekkel (ld. a 3.8.12 pontot) ebben az iparágban, mivel a további kezelések vizes alapúak, és nem merülnek fel összeférhetlenségi problémák.

A 'Felületkezelés oldószeres zsírtalanítás alkalmazásával' című referencia dokumentum az oldószeres zsírtalanítást más helyzetekben tárgyalja.

Vizes zsírtalanítás

79. Válassza a legkisebb környezeti hatással járó zsírtalanító rendszert, ami még megfelelő a bejövő munkadarabokhoz (ld. 3.8.12 pontot).

80. A referencia üzemeltetési adatok: pH 7 - 9, hőmérséklet 40 - 45 °C, és minimális vegyszer felhasználás, hosszú fürdő élettartammal (hónapok) (ld. a 3.8.12 pontot). Ez az alábbiakkal valósítható meg:
- demulgeáló zsírtalanító eljárás (ld. 3.8.12.4 pontot), szűréssel, gravitációs vagy mechanikai szeparálással vagy membránszűréssel végzett oldat visszanyerés segítségével (ld. a 3.9.10.3 pontot)
 - alacsony lúgtartalmú eljárás, biológiai regenerálással (ld. 3.8.14.5 pontot)
 - forró víz, vegyszer adalék nélkül, olajseparálással (ld. 3.9.10. pontot)

Nagy teljesítményű zsírtalanítás

81. Nagy teljesítményű zsírtalanítás valósítható meg:
- kombinált módszerek alkalmazásával (ld. 3.8.12.7 pontot)
 - speciális módszerekkel, mint pl. száraz jeges vagy ultrahangos zsírtalanítás (ld. 3.8.12.6 pont).

Technológiai oldatok karbantartása

A technológiai oldat élettartamának növeléséhez, valamint a minőség megőrzéséhez, különösen víz-visszaforgatásos rendszerek esetében, BAT a következő (ld. 3.9 pontot):

- meghatározni a kritikus szabályozási paramétereket
- a meghatározott, elfogadható határok között tartani, a szennyezők eltávolításával

82. Az eljárás alapvető fontosságú karbantartási módszerei a következők:

	Módszer	Alkalmazás	Referencia
a.	Szűrés	Lebegő szilárd anyag eltávolítása az összes technológiai oldatból	3.9.1
b.	Aktívszemes szűrés	Szerves bomlástermékek eltávolítása az összes szerves adalékkal üzemelő oldatból	3.9.5
c.	Retardálás	Kénsavas anódizáló oldatok regenerálása. Nagy mennyiségű savas oldatok visszanyerése	3.9.2
d.	Kikristályosítás	A nem kívánt fém karbonátok, egyéb sók és oxidok elválasztása	3.9.3
e.	Kikristályosítás	Alumínium lúgos marató oldat visszanyerés	3.9.4
f.	Ioncsere a fémszennyezők eltávolításához	Fémszennyezők Cr(III) és Cr(VI) oldatok esetében. Foszforsavas marató regenerálása. Horganyzást követő krómtartalmú passziváló oldat regenerálása.	3.9.6
g.	Elektrolízis – technológiai oldatok tisztítása	Fémszennyezők eltávolítása és néhány szerves szennyező oxidálása	3.9.7
h.	Elektrolízis – a technológiai oldatban feleslegben lévő fém eltávolítása	Cink- és nikkelelektrolitok	3.9.8
i.	Elektrolízis – melléktermékek oxidálása	Krómsav/kénsavas ABS marató oldatok regenerálása kerámia membrános elektrolízissel vagy anélkül. Krómsavas oldatok regenerálása fluid ágyas elektrolízissel és membránnal	3.9.9

20. táblázat: Technológiai oldatok karbantartásának módszerei

83. Zsírtalanító oldatok karbantartására és élettartamának meghosszabbítására szolgáló speciális módszerek:

	Módszer	Alkalmazás	Referencia
--	---------	------------	------------

a.	Egyszerű módszerek	Kis térfogatokhoz alacsony költség, széles alkalmazhatóság	3.9.10.1
a.i	Szűrés cellulóz alapú szűrőkkel		
a.ii	Mechanikai szeparálás		
a.iii	Gravitációs szeparálás		
a.iv	Emulzióbontás vegyszeradagolással	Magasabb költség, azonban még széles alkalmazhatóság	
b.	Statikus szeparátor	A szennyvíz KOI-jának csökkentése 50% -ára. Az oldat élettartamát 50-70 %-kal növeli. Használata és ellenőrzése egyszerű. Magas költség: csak nagy mennyiségű olajhoz alkalmazható.	3.9.10.2
c.	Membrán szűrés	A szennyvíz KOI-ja 30-70 %-kal csökken. Az élettartam max. tízszeresére növekszik meg. Magas költség: csak nagy mennyiségű olajhoz alkalmazható.	3.9.10.3
d.	Többlépcsős eljárás	A költségek a kombinált eljárásoknak megfelelően változnak	3.9.10.4
e.	Elektrolitikus zsírtalanítás	A fentiek közül az azonos módszereket vegye figyelembe	
f.	Kaszád módszer vagy újra felhasználás	Használja fel újra, vagy alkalmazza az elektrokémiai zsírtalanítót közvetlenül a kémiai zsírtalanítót követően	

21. táblázat Zsírtalanító oldatok karbantartási módszerei

Módszerek az oldatok élettartamának növelésére

Króm(VI)tartalmú kromatózó oldatok visszanyerése

84. Általában nem BAT a króm(VI)vegyületek visszanyerése ioncserével, membrántechnika alkalmazásával az iparág normál alkalmazási területein. Az új fürdő összeállításának vegyszer költsége viszonylag alacsony.

Anódizálás

Az általános BAT-hoz kiegészítésként, alkalmazza az eljárásokra és vegyszerekre vonatkozó speciális BAT-ot (ld. fent, 56-85. pont). Továbbá, a következő BAT alkalmazható speciálisan az anódizáláshoz:

85. Használja a lecserélendő tömítő oldatok hőjét az új tömítő oldatok felfűtésére, ld. 3.3.3 pontot.

86. Nyerje vissza a lúgos marató oldatot (ld. 3.9.4 pontot).

87. Nem BAT az anódizáláshoz ioncserélőkkel megtisztított, recirkuláltatott öblítővizet alkalmazni, mivel az eltávolított vegyszerek környezeti hatása és mennyisége hasonló a regeneráláshoz szükséges vegyszerekével.

Nyomtatott huzalozású lapok (nyhl)

Az általános BAT –hoz kiegészítésül, alkalmazza az eljárásokra és vegyszerekre vonatkozó speciális BAT-ot (ld. fent, 56-85. pont). Továbbá, a következő BAT alkalmazható speciálisan az nyhl gyártáshoz:

Öblítés

88. A lépések közötti öblítések során használjon prés- (törlő-) hengereket a kihordás csökkentéséhez, levegőkéses vagy leszívásos oldateltávolítást a furatokból, szóró és többlépéses öblítési módszereket mint ahogyan az más eljárásoknál megtalálható, ld. 3.4.6, 3.5.4 és 3.5.8 pontokat.

Belső rétegek készítése

89. Alkalmazza az oxidhelyettesítő tapadásjavító eljárást

Direkt galvanizálás

90. Az eljárások nem tartalmaznak erős komplexképzőt és formaldehidet. Helyezze el hulladékként a vezető polimert tartalmazó direkt galvanizáló oldatokat, ne engedje a szennyvízkezelő berendezésbe, ld. 3.11.3 pontot.

91. Permanganátos furatfal-kezelés esetén alkalmazzon elektrolitikus regenerálást. (Kémiai és elektrokémiai eljárások esetében, ld. a vonatkozó fejezeteket.)

Száraz reziszt

92. Száraz reziszt előhívásakor (ld. 3.11.5 pontot):

- a. csökkentse a kihordást friss előhívó oldatba öblítéssel
- b. optimalizálja az előhívó oldat szórását
- c. ellenőrizze az előhívó oldat koncentrációját
- d. a háromlépcsős kaszkádöblítőből származó vizet használja friss oldat készítéséhez

93. Reziszt eltávolítás: Távolítsa el a rezisztet az oldatból szűrővel, centrifugálással vagy ultraszűrővel, a mennyiség és a reziszt tulajdonságainak függvényében.

Maratás

94. Alkalmazza a 3.4.6, 3.5.4 és 3.5.8 pontokban ismertetett kihordás csökkentési és többlépéses öblítési módszereket. Táplálja vissza az első öblítőt a marató oldatba.

95. Savas maratás: rendszeresen ellenőrizze a sav és a hidrogén-peroxid koncentrációt, és tartsa az optimális értéken. Az elhasznált maratószer ajánlja fel újrahasznosításra.

96. Lúgos marató: rendszeresen ellenőrizze a maratószer és a réz koncentrációt, és tartsa az optimális értéken.

97. Ammóniás marató: regenerálja a marató oldatot és nyerje vissza a rezet, az adott üzemben leggazdaságosabban alkalmazható eljárással.

Maratásálló fémbevonat (ón) eltávolítása

98. Külön-külön gyűjtse össze az öblítő vizeket és a koncentrátumokat. Csapja le az ónban gazdag iszapot és küldje el külső fémvisszanyerésre, ld. 3.11.9 pontot.

Forrasztásgátló maszk felhasználásból származó levegő emisszió

99. Használjon nagy szilárdanyag tartalmú, és kevés illékony szénhidrogént tartalmazó forrasztásgátló lakkokat

100. A levegő emissziót kezelje az Oldószerke felhasználásával végzett felületkezelés című referencia dokumentumban közölt útmutatónak, valamint a vegyiparban alkalmazott szennyvíz és hulladék gáz gazdálkodásnak/kezelésnek megfelelően.

Levegő emisszió

101. Alkalmazzon légelszívást a következő esetekben:

- savas oldatok
- erősen lúgos oldatok
- cianidos oldatok
- króm(VI)tartalmú elektrolitok és forró oldatok
- nikkelező oldatok
- porképződést előidéző műveletek, pl. csiszolás, polírozás

További részletekhez ld. az egyes eljárások leírását a 3. fejezet első részében.

102. Alkalmazza a 3.12 pontban ismertetett módszereket a kezelendő és a kibocsátandó levegő mennyiségének minimalizálásához, és az emisszió csökkentéséhez:

Emisszió	Jellemző kibocsátások mg/Nm ³	Kapcsolódó műveletek
Nitrogén-oxidok (összes sav, NO ₂ -re számolva)	200	Légmosók vagy abszorpciós tornyok
Hidrogén-fluorid	2	Abszorpciós tornyok
Sósav	10	Ellenáramú töltött torony, végső lúgos légmosóval
Kénsav (permet)	5	Cseppfogó berendezés
SO _x , SO ₂ -re számolva	100	Ellenáramú töltött torony, végső lúgos légmosóval
Nátrium-hidroxid	5	
Ammónia, NH ₃	30	
Króm(VI) és vegyületei, Cr-re számolva	1	Króm(VI)ionok helyettesítése Légmosók és abszorpciós tornyok
Nikkel és vegyületei, Ni-re számolva	5	
szilárd anyag	50	Nedves légmosó

22. táblázat: Levegő emisszió referencia értékek

103. Zsírtalanításnál keletkező gőzökből felszabaduló illékony szerves vegyületek (pl. triklór-etilén és metilén-klorid) esetében vegye figyelembe az oldószerek felhasználásával végzett felületkezelésre és a vegyiparban végzett szennyvíz és hulladékgáz gazdálkodásra / kezelésre vonatkozó referencia dokumentumokat.

Szennyvízkezelés (ld. a 3.13 pontot)

104. Minimalizálja a folyamatokban az összes víz felhasználást, az összes kibocsátási határérték betarthatóságának figyelembevételével, ld. a 3.5 pontot.

105. Szüntesse meg, vagy minimalizálja az anyag felhasználást és veszteséget, különösen a kiemelt anyagok esetében, ld. 3.4, 3.5 és 3.6 pontot (ld. a Víz és nyersanyag felhasználás fejezetet is az előbbieken). Ahol az műszakilag lehetséges, alkalmazzon visszaforgatós, illetve a veszélyes anyagok helyettesítésére és/vagy szabályozására vonatkozó módszereket, ld. az előbbieken.

106. Határozza meg, különítse el és kezelje külön azokat az elfolyó öblítövizeket, amelyek egymással kapcsolatba kerülve problémát okozhatnak, pl.:

- kromátok (Cr(VI)vegyületek)
- cianidok
- nitritek
- olajok és zsírok
- komplexbepzók (3.13.7 pont)

107. Ne engedjen egyszerre zavarokat okozóan nagy mennyiségű oldatot a szennyvízkezelő berendezésbe, egyensúlyozza ki az áramló víz mennyiségeket, és kezelje a szennyvízkezelő berendezés kapacitásának megfelelően (ld. 3.13.1 pontot).
108. Csapja ki az anionokat, ahol az a helyi kibocsátási határértékek miatt szükséges (ld. 3.13.8 pontot).
109. A szennyvíz összetételének megfelelően állítsa be a pH-t, és flokkulálószer segítségével ülepítse le a kivált iszapot (ld. 3.13.6 pontot).
110. Dekantálással vagy szűréssel távolítsa el a szilárd anyagokat (ld. 3.13 pontot).
111. Ellenőrizze és engedje ki a szennyvizet a 3.13.11 pontnak megfelelően.
112. Az alábbiakban közölt kibocsátási referencia értékek a vízi környezet védelméhez megfelelőeknek tekintendők és kifejezik azokat a kibocsátási értékeket, amelyek általában a BAT-ot reprezentáló módszerekkel elérhetők.

Ezeket az értékeket a következők szerint állapították meg:

- a. a kibocsátás előtti bármilyen hígítás nélkül
- b. reprezentatív, és az analízis előtt szűrés nélküli mintákkal

Kibocsátás	Közcsatorna	Kiegészítő értékek az élővizetekhez
Ag	0,1	
Al		5
Cd	0,2*	
CN szabad	0,2	
Cr ^{VI}	0,1	
Cr összes	0,5	
Cu	0,5	
F		10
Fe		5
Hg	0,05*	
Ni	0,5	
P		10
Pb	0,5	
Sn	2,0	
Zn	0,5	
Illékony szerves halogenidek	0,1	

23. táblázat: Jellemző kibocsátási értékek a felületkezelő üzemekben a 2004. áprilisi Európai Bizottsági tervezet szerint

Zéró kibocsátású módszerek

113. A zéró kibocsátás a teljes berendezésre vonatkozik, és az alábbi módszerek kombinációján alapul:
- a. termikus
 - b. membrán
 - c. ioncsere

Ha ezeket a módszereket elszigetelten, speciális célra alkalmazza, az általános értelemben nem BAT, mivel a beruházási és üzemeltetési költsége, valamint energia igénye magas, és olyan hulladékok keletkeznek, amelyeket nehéz elhelyezni, ld. a 3.13.10 pontot.

Hulladékok

114. Minimalizálja a hulladékok képződését a felhasználás és az eljárásból származó anyagvesztés szabályozására vonatkozó módszerek alkalmazásával (ld. fent, és a 3.4, 3.5 valamint 3.6 pontokat).
115. Hulladékok képződésekor különítse el és azonosítsa azokat, még az eljárásokon belül vagy pedig a szennyvízkezelés során, hogy azok újra felhasználhatók vagy nem a helyszínen hatékonyan visszanyerhetők legyenek (ld. 3.14.3 pontot).
116. Az anyag felhasználás hatásfokára vonatkozó referencia értékek az alábbiak:

Eljárás	Hatásfok (%)
Horganyzás (az összes eljárás)	90
Elektrokémiai nikkelezés (zárt rendszerű)	95
Kémiai nikkelezés	95 (kivéve a fáradt oldatokban lévő veszteséget)
Elektrokémiai rezezés (cianidos eljárás)	95
Ón és óntüzetek leválasztása	95
Krómozás (zárt rendszerű)	95
Nemesfém galvanizálás	98
Kadmiumozás	99
Foszfatozás	90
Anódizálás	90

24. táblázat: Anyagok felhasználásának hatásfokára vonatkozó referencia értékek

Zaj

117. Határozza meg a jelentős zajforrást és a lehetséges célcsoportot a helyi közösségben. A berendezések zaját csökkentő intézkedések szükségesek, pl. hangtompítók a nagy ventilátorokhoz, alkalmazzon akusztikai védőburkolatot ahol az célszerű a nagy zajszintű berendezések, stb. esetében. Az üzem hatékony működése magába foglalja az átjáró kapuk lezárását, a szállítások minimalizálása és a szállítási idő szabályozása érdekében.

Anyagok és eszközök eltávolítása

118. Az anyagokat körbekerített/elkülönített területen belül tárolja, a 3.1 pontban leírt tervezési, baleset megelőzési és kezelési módszerek alkalmazásával.
119. Segítse az anyagok és eszközök eltávolítását az adott helyről a következőkkel:
- a kiemelt és veszélyes anyagok használata történetének (amennyire ismert) feljegyzése, hol használták, illetve tárolták azokat
 - ezeket az információkat évente frissítse, az EMS-el párhuzamosan
 - akadályozza meg a talajvíz és a talaj potenciális elszennyeződését
120. Használja fel a megszerzett információkat egy telepítés leállításakor, valamint berendezések, épületek és maradékok adott helyről eltávolításakor.

5 Környezetvédelmi vezetési rendszerek

A legjobb környezeti teljesítményt a létesítmények rendszerint a legjobb technológiának a leghatékonyabb módon történő üzemeltetésével érhetik el. Ezt felismerve szól a BAT definíciójában a „technika” fogalmának meghatározása a következőképpen: „*a technika fogalmába beleértendő az alkalmazott technológia és módszer, amelynek alapján a berendezést (technológiát, létesítményt) tervezik, építik, karbantartják, üzemeltetik és működését megszüntetik, a környezet helyreállítását végzik*”.

Az IPPC létesítmények esetében a környezetvédelmi vezetési rendszer (KVR) egy olyan eszköz, amit az üzemeltetők szisztematikusan és demonstrálható módon alkalmazhatnak a tervezés, szerkesztés, karbantartás, üzemeltetés és a tevékenység felhagyása során. Egy KVR magában foglalja a szervezeti felépítést, a felelőségeket, a gyakorlati megoldásokat, eljárásokat és műveleteket, valamint erőforrásokat a környezeti politika kifejlesztése, bevezetése, karbantartása, áttekintése és monitorozása folyamán. A környezetvédelmi vezetési rendszerek akkor működnek a leghatásosabban és legcélszerűbben, ha az üzemeltetés és az átfogó irányítás elválaszthatatlan részét képezik.

Miközben mind a szabványosított rendszerek (EN ISO 14001:2004³ és EMAS⁴), mind a nem-szabványosított („vevőre alkalmazott”) rendszerek elvben a *szervezet*-et tekintik egységnek, addig az IPPC esetében megengedett a szűkebb értelmezést használni, melybe nem tartozik bele a szervezet összes tevékenysége, amiatt, hogy a szabályozott egység a 193/2001. (X. 19.) Korm. rendelet értelmében a *létesítmény*.

Egy KVR lehet szabványosított vagy nem-szabványosított rendszer. A bevezetés és valamely, nemzetközileg is elfogadott szabványosított rendszerhez, mint például az EN ISO 14001:2004 számú szabványhoz való ragaszkodás hitelesebbé képes tenni az KVR-t, különösen, ha azt egy megfelelő külső tanúsítás is alátámasztja.

Az EMAS tovább növeli a megbízhatóságot. Ezt elősegíti a környezeti jogszabályok betartását elősegítő mechanizmus, valamint a környezeti nyilatkozat révén a nyilvánosság bevonása. A nem-szabványosított rendszerek elvben ugyanilyen hatékonyak lehetnek, feltéve, hogy megfelelőképpen tervezték meg őket és alkalmas módon történt a bevezetésük.

Egy KVR bevezetése és az iránta való elkötelezettség az üzemeltető figyelmét a létesítmény környezeti teljesítményére irányítja. Különösen a normális és a normálistól eltérő helyzetekre kialakított egyértelmű üzemeltetési eljárások karbantartása és végrehajtása, továbbá a hozzárendelt felelőségek biztosítják, hogy a létesítmény engedélyében szereplő feltételeket betartsák és más környezeti célok és feladatok teljesítése minden időben megtörténjen.

A környezetvédelmi vezetési rendszerek általában biztosítják a létesítmény környezeti teljesítményének folyamatos javítását, tökéletesítését. Minél kedvezőtlenebb a kiindulási helyzet, annál nagyobb rövid távú javulást lehet elvárni. Ha a létesítmény jó környezeti teljesítményre rendelkezik, akkor a rendszer segít az üzemeltetőnek a magas teljesítményszint megőrzésében, fenntartásában.

³ Környezetközpontú irányítási rendszerek

⁴ Közösségi környezetvédelmi vezetési és hitelesítési rendszer

A környezetmenedzsment-technikákat úgy tervezik meg, hogy a környezeti hatást általában veszik figyelembe, ami összhangban áll az IPPC integrált megközelítésével.

Az alábbiakban leírt komponensek minden IPPC létesítményre alkalmazhatók. A KVR tárgya (pl. a részletessége) és természete (pl. szabványosított vagy nem-szabványosított) általában véve a létesítmény jellegével, méretével és komplexitásával, valamint a környezetre gyakorolt hatásával függ össze.

A KVR bevezetésének és működtetésének költségei magasak, de nem ésszerűtlen mértékben azok, mivel:

- A KVR magasabb fokú koordinációt és integrációt valósít meg más menedzsment-rendszerekkel, ami a költségek csökkentésének egyik lehetséges útjaként értékelhető.
- Az összes környezeti cél elérésére és a feladatok megoldására felhasznált ráfordítások kb. fele egy éven belül megtérül a költségmegtakarítások és/vagy növekvő bevétel következtében.
- A legnagyobb költségmegtakarítást az energiára, a hulladék-kezelésekre és a nyersanyagokra fordított csökkenő kiadások révén lehetett elérni.
- A legtöbb cég úgy gondolja, hogy a piacon elfoglalt helyüket erősíti a KVR. A cégek egyharmada arról számolt be, hogy a KVR következtében növekedtek bevételei.

A környezetvédelmi vezetési rendszerek számos előnyt nyújthatnak, például:

- átláthatóbbá teszi a cég környezetvédelmi helyzetét,
- megalapozottabb a döntéshozatal,
- a dolgozók jobban motiválhatók,
- további lehetőségek nyílnak az üzemeltetési költségek csökkentésére és a termék minőségének javítására,
- javul a környezeti teljesítmény,
- javul a cégről kialakult kép, az imázs,
- csökkennek a felelősségi, biztosítási és a meg nem feleléssel kapcsolatos költségek,
- nagyobb a vonzóerő a munkavállalók, az ügyfelek és a befektetők részéről,
- növekszik az ellenőrző szervek bizalma, ami csökkenő számú ellenőrző felülvizsgálatokhoz, áttekintésekhez vezethet,
- javul a kapcsolat a nyilvánossággal és a környezetvédelmi szervezetekkel.

5.1 ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK

Számos környezetvédelmi vezetési technika számít BAT-nak. A környezetvédelmi vezetési rendszerek terén az elérhető legjobb technika (BAT) egy olyan környezetvédelmi vezetési rendszer bevezetése és az annak megfelelő működés, ami az egyedi körülményekre alkalmazva a következő jellegzetességeket foglalja magában:

(a) Környezeti politika meghatározása a létesítményre a felső vezetés döntése alapján, ami magában foglalja a felső vezetés elkötelezettségét arra, hogy

- kielégít minden fontosabb vonatkozó környezeti jogszabályt és más rendelkezést,
- eleget tesz minden más olyan követelménynek, amelyet a cég elfogad és aláír,
- keretet nyújt a környezeti célok és feladatok megállapításához és áttekintéséhez,
- dokumentált és azt minden munkavállalónak tudomására hozták,
- a nyilvánosság és minden érintett fél rendelkezésére áll, mivel az a felső vezetés elkötelezettsége a sikeres alkalmazás előfeltétele a környezetvédelmi vezetési rendszerek más tulajdonságaival együtt.

(b) A szükséges eljárások megtervezése és kialakítása annak érdekében, hogy

- a létesítmény környezeti vonatkozásait azonosítani lehessen,
- meg lehessen állapítani azokat a tevékenységeket, amelyek jelentős hatást gyakorolnak, vagy gyakorolhatnak a környezetre, és ezt az információt naprakész állapotban tartani,
- egy környezetmenedzsment-program kialakítása és rendszeres felfrissítése, korszerűsítése, beleértve a felelőségek átruházását is a kitűzött célok és feladatok elérése érdekében minden lényeges funkciónál és minden fontos szinten, valamint
- meghatározni azokat az eszközöket és azt az időkeretet, amelynek révén a megvalósításnak meg kell történni.

(c) Az eljárások bevezetése, különös figyelemmel az alábbiakra:

- szerkezet és felelősség,
- betanítás, elvárás és kompetencia,
- kommunikáció,
- a munkavállalók bevonása,
- dokumentálás (naprakész információk kialakítása és karbantartása, papír-alapú vagy elektronikus formában, a menedzsment-rendszer legfontosabb elemeinek és kölcsönhatásainak leírása, és útmutatás nyújtása a vonatkozó dokumentációk eléréséhez),
- hatékony folyamat-szabályozás (a folyamatok megfelelő szabályozása minden üzemenlési mód mellett, azaz az előkészítésben, az indítás során, a rutinszerű üzemeltetés alatt, a leálláskor és a normálistól eltérő körülmények között),
- karbantartási programok,
- felkészülés a vészhelyzetekre és a megfelelő válaszok kialakítása,
- a környezeti jogi szabályozás kielégítésének biztosítása.

(d) A teljesítmény ellenőrzése és megfelelő korrekciós-kiigazító cselekmények megtétele, különös tekintettel a következőkre:

- monitorozás és mérés (a monitorozásra és a mérésre vonatkozó dokumentált eljárások kialakítása és rendszeresen végzett karbantartásuk, a műveletek és tevékenységek azon kulcsfontosságú jellegzetességei vonatkozásában, melyek lényeges hatást gyakorolhatnak a környezetre, beleértve a teljesítmény nyomon követéséről szóló információk feljegyzését, a lényeges üzemenlési tevékenységek kontrollját és a berendezés környezeti céljainak és feladatainak való megfelelést),

- korrekciós és megelőző cselekmények, tevékenységek,
- a feljegyzések karbantartása,
- ahol lehet, ott független belső auditálás annak érdekében, hogy meghatározzák, a környezetvédelmi vezetési rendszer megfelel-e vagy nem felel meg a tervezett tevékenységeknek és értékeknek, és megfelelő volt-e a bevezetés és a karbantartás.
- A felső vezetés részéről az áttekintés, figyelemmel kísérés.

Az alábbi három támogató intézkedés megléte nem kötelező az elérhető legjobb technikának való megfeleléshez:

- 1.) Akkreditált tanúsító testület vagy egy külső tanúsító szerv által megvizsgált, ellenőrzött és érvényesített menedzsment-rendszer és auditálási eljárás.
- 2.) Egy szabályos környezeti nyilatkozat elkészítése és közzététele (és lehetőleg külső érvényesítése), amely a létesítmény valamennyi lényeges környezeti vonatkozását leírja, és ami lehetővé teszi az évről-évre való összehasonlítást a környezeti szempontú célkitűzések és a feladatok terén, valamint a gazdasági-ipari szektor benchmark⁵-jellegű más mutatószámaival való összehasonlítást, ha lehetséges.
- 3.) Egy nemzetközileg elfogadott rendszer bevezetése és az ennek megfelelő működés, ilyen például az EMAS és az EN ISO 14001:2004. Egy ilyen rendszer bevezetése nagyobb megbízhatóságot biztosít a KVR-nek, különösen az EMAS. Elvileg azonban a nem-szabványosított rendszerek is ugyanolyan hatékonyak lehetnek, megfelelő tervezés és bevezetés esetén.

Egy iparág számára speciálisan lényeges a KVR következő potenciális jellegzetességeinek a figyelembe vétele:

Figyelmet kell fordítani a tevékenység megszüntetéséből származó környezeti hatásokra is már az új üzem tervezésekor (a tevékenység megszüntetése a talaj és a felszín alatti víz szennyezése szempontjából jelent környezeti kockázatot, és nagy mennyiségű szilárd hulladék keletkezésével jár).

A megelőző technikák a műveletektől függenek, de általában az alábbiakra kell figyelmet fordítani:

- El kell kerülni a földalatti szerkezetek alkalmazását.
- A kialakítás során figyelemmel kell lenni a könnyű szétszerelhetőségre.
- Olyan felületi kialakítást, bevonatot kell választani, amit könnyen lehet a szennyezéstől mentesíteni.
- Olyan berendezés-konfigurációt kell alkalmazni, ami minimálisra csökkenti a vegyszerek visszamaradását, és ami elősegíti a leeresztést vagy a mosást.
- Rugalmasan kezelhető, önmagában álló egységeket kell tervezni, amelyek lehetővé teszik a fázisonként történő lezárást.
- Célszerű biológiailag lebontható és visszaforgatható anyagokat használni, ha erre mód van.
- Elő kell segíteni a tisztább technológiák alkalmazását.
- Ahol célszerű, az iparágra vonatkozó benchmark-jellegű összehasonlításokat kell végezni rendszeres időközönként, aminek ki kell terjednie az energia-hatékonyságra és az energia-megtakarítási tevékenységekre is, valamint a bemenő anyagok megválasztására, a levegőbe való emissziókra, a vízbe történő kibocsátásokra, a vízfogyasztásra és a hulladékok keletkezésére.

⁵ Benchmark: viszonyítási pont (általában index)

6. Kibocsátási határértékek

A BAT technikák alkalmazásával alacsonyabb szintű kibocsátások és így kisebb környezeti hatások érhetők el.

Az alábbiakban összefoglaljuk az ágazatra vonatkozó, 2005. júniusában Magyarországon hatályban lévő szabályozókat.

Légszennyezés

- 4/2004. (IV. 7.) KvVM–ESZCSM–FVM együttes r. a 14/2001. (V. 9.) KöM–EüM–FVM együttes rendeletben szereplő határértékek módosításáról
21/2001. (II. 14.) Korm. r. a levegőtisztasági védelmi övezetről és a bírságokról
14/2001. (VI. 30.) KöM r. a légszennyezésről
10/2001. (IV. 19.) Korm. r. az illékony szerves vegyületek (VOC) kibocsátásának korlátozásáról

Szennyvíz

- 368/2004. (XII. 26.) Korm. r. a 220/2004. (VII. 21.) Korm. r. módosításáról
367/2004. (XII. 26.) Korm. r. a 219/2004. (VII. 21.) Korm. r. módosításáról
28/2004. (XII. 25.) KvVM r. a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről
219/2004. (VII. 21.) Korm. r. a felszín alatti vizekbe vezethető kockázatos anyagokról és a bejelentési kötelezettséggel rendelkező tevékenységek felsorolása
220/2004. (VII. 21.) Korm. r. a felszíni vizek védelméről, a veszélyes vízszennyező anyagokról, bírságról
2003. évi LXXXIX törv. a környezetterhelési díjról
7/2002. (III. 1.) KöM rendelet az önellenőrzésről és az adatszolgáltatásokról
204/2001. (X. 26.) Korm. r. a csatornabírságról
10/2000. (VI. 2.) KöM–EüM–FVM–KHVM együttes r. a felszín alatti vizek és a talaj szennyezettségi határértékeiről

Hulladék

- 164/2003. (X. 18.) Korm. r. a hulladékokkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről
98/2001. (VI. 15.) Korm. r. a veszélyes hulladékokról
16/2001. (VII. 18.) KöM r. a hulladékok jegyzéke
102/1996. (VII. 12.) Korm. r. a veszélyes hulladékokról

Zaj és rezgésvédelem

- 8/2002. (III. 22.) KöM–EüM együttes r. a zaj- és rezgésterhelési határértékekről
18/2001. (IV. 28.) EüM r. a munkahelyi zajexpozíció határértékeiről
12/1983. (V. 12.) MT r. a zaj- és rezgésvédelemről

	A szennyezés forrása tevékenység megnevezése	A kibocsátott szennyezés
I	Előkezelés, zsírtalanítás-	Lúgos aeroszol
	- lefőző zsírtalanítás	Zsíros emulzió
	- elektrolitikus zsírtalanítás	Zsíros emulzió

2	Pácolás, maratás	
	Sósav, kénsav, foszforsav	Sósavgőzök, szennyvízben fém-sók
	Sárgítás, salétromsav	Nitrogén oxidok, szennyvízben fém-sók
3	Dekapírozás	
	sósav, kénsav	szennyvízben fém-sók
4	Galvanikus fémleválasztás	szennyvízben fém-sók
	Rezezés	
	cianidos	+ szennyvízben és a levegőben ciani-dion
	pirofoszfátos	+ savas aeroszol
	kénsavas	+ savas aeroszol
	Nikkelezés	+ savas aeroszol
	Krómozás (dekor- és műszaki)	+, króm VI tartalmú szennyvíz és aeroszol
	Horganyzás	
	savas, ammóniás	szennyvízben ammónia
	savas, ammóniamentes	
	lúgos cianidos	+ szennyvízben és a levegőben ciani-dion
	lúgos cianid-mentes	+ lúgos aeroszol
	Ónozás	
	lúgos sztannátos	+ lúgos aeroszol
	savas, kénsav v. metánszulfonsav	+ savas aeroszol
	Ón-ólom	
	Fluoroboridos	+ fluoridos és savas aeroszol, fluoridion a szennyvízben
	Metánszulfonsavas	+ savas aeroszol
	Ezüstözés, cianidos	+ szennyvízben és a levegőben ciani-dion
	Sárgarezezés, cianidos	+ szennyvízben és a levegőben ciani-dion
	Aranyozás	
	lúgos, magas cianid-tartalmú	+ szennyvízben és a levegőben ciani-dion
gyengén savas v. semleges	+ szennyvízben cianidion	
Nemesfémek galvanizálása		
Platina, palládium, ródiom stb.		

5	Passziválás/Foszfátózás	szennyvízben fémsók
	Horgany	+, króm VI tartalmú szennyvíz
	Kék, króm(III)vegyületekkel	
	Sárga, oliv, fekete	+, króm VI tartalmú szennyvíz
	Alumínium, króm VI tartalmú	+, króm VI tartalmú szennyvíz
	Króm(VI) mentes	
6	Fémleválasztás külső áram- forrás nélkül	szennyvízben fémsók
	Kémiai nikkelezés	+ komplexképzők a szennyvízben, savas aeroszol
	Kémiai rezezés	+ formaldehid, lúgos aeroszol és komplexképzők a szennyvízben
7	Alumínium anódos oxidáció	szennyvízben alumíniumsók, szulfát- ionok
	Színező-fürdők	
8	Rétegtávolítás	szennyvízben fémsók és gyakran komplexképzők
	Savas vagy lúgos	
	Elektrolitikus	

Kibocsátások BAT szempontú értékelése

1. Általános követelmény a létesítményekkel szemben
 - 1.1. A hatályos levegőre és vízre vonatkozó általános és technológiai kibocsátási határértékek betartása minimum követelmény.
 - 1.2. Általában egy létesítmény BAT alkalmazásával jobb kibocsátási szinteket képes elérni, mint a hazai jogszabályokban előírt kötelező kibocsátási határértékek. Az új létesítményeknek olyan kibocsátási szinteket kell elérniük, melyek összevetethetők az e dokumentumban bemutatott elérhető legjobb technikákkal. Meglévő létesítmények esetében a cél, hogy a lehető legjobban megközelítsék az új létesítmények kibocsátási szintjét, figyelembe véve az első fejezet 1.2 pontjában leírtakat a „BAT alkalmazása meglévő létesítmények esetében” címszó alatt.
2. Az egységes környezethasználati engedélyezés kapcsán a BAT alkalmazásakor figyelembe veendő követelmény
 - 2.1. Új létesítmények esetében az 1. pontban leírtak szerint kell eljárni.
 - 2.2. Meglévő létesítmények esetében (bírság kiszabás tekintetében) türelmi időt fogalmaz meg a jogszabály a hatályos levegőre és vízre vonatkozó kibocsátási határértékek betartására vonatkozóan. Ezen határértékeket a létesítményeknek az engedélyükben szereplő határidő letelte előtt kell elérniük.

7. Melléklet

A környezeti hatásvizsgálat és az egységes környezethasználati engedély tartalmi követelményrendszerének összevetése

Közös számozás	A környezeti hatásvizsgálatról szóló 20/2001. (II. 14.) Korm. rendelet szerinti követelmények, illetve a szokásos KHT (környezeti hatástanulmány) felépítés	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
1.		a) az engedélykérő azonosító adatai,
2.	A létesítmény szükségessége	
2.a)	A tevékenység elmaradásából származó környezeti következményeket /esetleges/	
3.	A tevékenység telepítési és technológiai lehetőségeinek leírása /végeredményben a tevékenység bemutatása/ (a tevékenység volumene, a tevékenység helye és területigénye, az igénybe veendő terület használatának jelenlegi és a településrendezési tervben rögzített módja, a tevékenység megvalósításához szükséges létesítmény(ek) felsorolása és helye, beleértve a telepítési helyen létesülő kapcsolódó létesítményeket is, a telepítési hely lehatárolása térképen, a tervezett technológia leírása, ideértve az alábbiak megadását is: az összefoglaló folyamatábra, valamint az anyagfelhasználás főbb mutatói, annak ismertetése, ha olyan veszélyes anyagot használnak fel, állítanak elő vagy forgalmaznak stb.)	b) a létesítmény, tevékenység telepítési helyének jellemzői d) a létesítmény, illetve az ott folytatott tevékenység és annak jellemző termelési kapacitása, beleértve a telephelyen lévő műszakilag kapcsolódó létesítményeket, f) a létesítményben, illetve technológiában felhasznált, valamint az ott előállított anyagok, illetve energia jellemzői és mennyiségi adatai,
4.		e) az alkalmazott elérhető legjobb technikák ismertetése
5.	A környezetterhelés és a környezet igénybevétele (a továbbiakban: hatótényezők) várható mértékének becslése az adatok bizonytalanságának (rendelkezésre állásának) figyelembevételével. Részletesnél: a hatótényezők jellege, nagysága, időbeli változása, térbeli kiterjedése bemutatása.	c) a létesítmény által igénybe vett terület helyszínrajza a szennyező források bejelölésével, egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével, g) a létesítmény szennyező forrásai,
6.	A vizsgálandó terület környezeti állapotának bemutatása Részletesnél: A hatásterület kiterjedése a rendelet 2. mellékletében foglaltaknak megfelelően meghatározva. A hatásterületnek a tevékenység megvalósítása nélkül fennálló környezeti állapotának ismertetését.	i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével,

Közös számozás	A környezeti hatásvizsgálatról szóló 20/2001. (II. 14.) Korm. rendelet szerinti követelmények, illetve a szokásos KHT (környezeti hatástanulmány) felépítés	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
7.	A hatások előzetes becslése a tevékenység szakaszaiként elkülönítve, és az esetlegesen környezetterhelést okozó balesetek vagy meghibásodások előfordulási lehetőségeire figyelemmel. Részletesnél: <i>A hatásfolyamatokat környezeti elemenként külön-külön és összességükben is elemezni kell. Fel kell tárni a közvetetten érvényesülő hatásfolyamatokat is.</i>	h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,
7.a)	A tanulmányban jelezni kell, ha a tevékenység következtében előre láthatóan országhatáron áterjedő környezeti hatások is felléphetnek.	i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása ... kiemelve az esetleges országhatáron áterjedő hatásokat,
8.	A tájban és az ökológiai viszonyokban várható változások részletes leírása	h) a létesítményből származó kibocsátások várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,
9.	A környezeti hatások értékelése	
10.	Részletesnél: <i>A tevékenység környezeti hatásainak köszönhető társadalmi és gazdasági következmények bemutatása.</i>	
11.		<p>j) a létesítményből származó kibocsátás megelőzésére, vagy amennyiben a megelőzés nem lehetséges, a kibocsátás csökkentésére szolgáló technológiai eljárások és egyéb műszaki megoldások, valamint ezeknek a mindenkori elérhető legjobb technikának való megfelelése,</p> <p>k) szükség esetén a hulladék keletkezésének megelőzésére, a keletkezett hulladék hasznosítására, valamint a nem hasznosítható hulladék környezetszennyezést, illetve -károsítást kizáró módon történő ártalmatlanítására szolgáló megoldások,</p> <p>l) minden olyan intézkedést, amely az energiahatékonyságot, a biztonságot, a szennyezések megelőzését, illetve csökkentését szolgálják, különös tekintettel a 3. §-ban meghatározott követelmények teljesülésére,</p>

Közös számozás	A környezeti hatásvizsgálatról szóló 20/2001. (II. 14.) Korm. rendelet szerinti követelmények, illetve a szokásos KHT (környezeti hatástanulmány) felépítés	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
12.		<i>m) a létesítményből származó kibocsátások mérésére (monitoring), folyamatos ellenőrzésére szolgáló módszerek, intézkedések.</i>

A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálat és az egységes környezethasználati engedély tartalmi követelményrendszerének összevetése

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
1.	1. Általános adatok	
1.1.	1.1. A környezetvédelmi felülvizsgálatot (a továbbiakban: vizsgálat) végző neve (megnevezése), lakhelye (székhelye), a jogosultságát igazoló engedély/okirat száma.	
1.2.	1.2. Az érdekelt neve (megnevezése), lakhelye (székhelye), a tevékenység végzésére vonatkozó engedély száma.	a) az engedélykérő azonosító adatai,
1.3.	1.3. A telephely(ek) címe, helyrajzi száma, a település statisztikai azonosító száma, átnézeti és részletes helyszínrajz	c) a létesítmény által igénybe vett terület helyszínrajza a szennyező források bejelölésével, egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével, ⁶
1.4.		b) a létesítmény, tevékenység telepítési helyének jellemzői,
1.5.	1.4. A telephely(ek)re vonatkozó engedélykérési eljárások felsorolása és bemutatása.	
1.6.	1.5. A telephely(ek)en a vizsgálat időpontjában folytatott tevékenységek felsorolása, a TEÁOR-számok megjelölésével és az alkalmazott technológiá(k) rövid leírásával.	
1.7.	1.6. A telephely(ek)en az érdekelt által korábban (a tevékenység kezdetétől, de legfeljebb 5 év) folytatott tevékenységek bemutatása különös tekintettel a környezetre veszélyt jelentő tevékenységekre, a bekövetkezett, környezetet érintő rendkívüli eseményekkel együtt.	
2.	2. A felülvizsgált tevékenységre vonatkozó adatok	
2.1.	2.1. A létesítmények és a tevékenység részletes ismertetése, a tevékenység megkezdésének időpontja, a felhasznált anyagok listája, az előállított termékek listája a mennyiség és az összetétel feltüntetésével.	d) a létesítmény, illetve az ott folytatott tevékenység és annak jellemző termelési kapacitása, beleértve a telephelyen lévő műszakilag kapcsolódó létesítményeket, f) a létesítményben, illetve technológiájában felhasznált, valamint az ott előállított anyagok, illetve energia jellemzői és mennyiségi adatai,

⁶ A szükséges többletinformációkat vastag, dőlt kiemeléssel jelölve

2.2.	2.2. A tevékenység(ek)kel kapcsolatos dokumentációk, nyilvántartások, bejelentések, hatósági ellenőrzések, engedélyek, határozatok, kötelezések ismertetése, bírságok esetében 5 évre visszamenőleg.	
2.3.	2.3. Föld alatti és felszíni vezetékek, tartályok, anyagátfejtések helyének, üzemeltetésének ismertetése.	
2.4.		<i>e) az alkalmazott elérhető legjobb technikák ismertetése</i>
3.	3. A tevékenység folytatása során bekövetkezett, illetőleg jelentkező környezetterhelés és igénybevétel bemutatása	
3.1.	<p>3.1. Levegő</p> <p>A jellemző levegőhasználatok ismertetése (szellőztetés, elszívás, energiaszolgáltatási és technológiai levegőigények nagyságának, időtartamának változása).</p> <p>A környezeti légtérből beszívott és tisztított levegő előállítását szolgáló berendezések és technológiák leírása.</p> <p>A légszennyezést okozó technológia részletes ismertetése, a szennyezésre hatást gyakorló paraméterek és jellemzők bemutatása.</p> <p>A használt levegő (füstgáz, véggáz) tisztítására szolgáló berendezések és hatásfokuk ismertetése, valamint a tisztítóberendezésben leválasztott anyagok kezelésének és elhelyezésének leírása.</p> <p>A helyhez kötött pontszerű és diffúz légszennyező források jellemzőinek bemutatása, a kibocsátott füstgázok jellemzőinek és a levegőszennyező komponenseknek az ismertetése (bűz is), a megengedett és a tényleges emissziók bemutatása és összehasonlítása.</p> <p>A felülvizsgált tevékenységekkel kapcsolatban rendszeresen vagy időszakosan üzemeltetett mozgó légszennyező források jellemző kibocsátási adatainak leírása, a tevékenységhez kapcsolódó szállítás, illetve járműforgalom hatásai.</p> <p>A levegőtisztaság-védelemmel kapcsolatos belső utasítások, intézkedések ismertetése. (Amennyiben intézkedési terve van, annak ismertetése, és a végrehajtás bemutatása.)</p> <p>Be kell mutatni az emisszió terjedését (hatásterületét) és a levegőminőségre gyakorolt hatását.</p>	<p>g) a létesítmény szennyező forrásai,</p> <p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,</p> <p>i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével, kiemelve az <i>esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat</i>,</p>

3.2.	<p>3.2. Víz</p> <p>A jellemző vízhasználatok, vízi munkák és vízi létesítmények, illetve az arra jogosító engedélyek és az engedélyektől való eltérések ismertetése.</p> <p>A friss víz beszerzésére, felhasználására, a használt vizek elhelyezésére vonatkozó statisztikai adatszolgáltatások bemutatása. A technológiai vízigények kielégítésének, a tevékenység biztonságos végzéséhez tartozó vízigénybevételeknek (vízszintsüllyesztés, víztelenítés) és a vízforgalmi diagramnak a bemutatása.</p> <p>Az ivóvízbeszerzés, ivóvízellátás, a kommunális és technológiai célú felhasználás bemutatása.</p> <p>A vízkészlet-igénybevételi adatok ismertetése 5 évre visszamenőleg.</p> <p>A szennyvízkezelések helyének, a szennyvizek mennyiségi és minőségi adatainak bemutatása a technológiai leírások alapján.</p> <p>A szennyvíz összegyűjtésére, tisztítására és a tisztított (vagy tisztítatlan) szennyvíz kibocsátására, elhelyezésére vonatkozó adatok, az ipari és egyéb szennyvízcsatornák, a szennyvíztisztító telep jellemzői, továbbá az iszapkezelés, iszapminőség és -elhelyezés adatainak ismertetése.</p> <p>A csapadékvízrendszer bemutatása (akár egyesített, akár elválasztó rendszerű a csatornahálózat).</p> <p>A vízkészletekre gyakorolt hatásokat vizsgáló (hatósági határozattal előírt) monitoring rendszer adatainak és működési tapasztalatainak bemutatása, beleértve mind a vízkivételek, mind a szennyvízbevezetések hatásának vizsgálatát, hatásterületének meghatározását, értékelését.</p> <p>A felszíni és felszín alatti vízszennyezések bemutatása, az elhárításukra tett intézkedések és azok eredményeinek ismertetése.</p> <p>A vízvédelemmel kapcsolatos belső utasítások, intézkedési tervek, a végrehajtásuk tárgyi és személyi feltételeinek ismertetése.</p>	<p>g) a létesítmény szennyező forrásai,</p> <p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,</p> <p>i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével, kiemelve az esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat,</p>
3.3.	<p>3.3. Hulladék</p> <p>A hulladékképződéssel járó technológiák és tevékenységek bemutatása, technológiai folyamatábrák készítése.</p> <p>A technológia és tevékenység során felhasznált anyagok megnevezése, éves felhasznált mennyiségük. Anyagmérlegek készítése a hulladék keletkezésével járó technológiákról.</p> <p>A tevékenységből keletkező összes hulladék 16/2001. (VII.18.) KöM rendelet szerinti megnevezése, mennyisége, EWC kódszáma (veszélyes hulladékok esetében azok veszélyességi jellemző-</p>	<p>g) a létesítmény szennyező forrásai,</p> <p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,</p>

	<p>it is meg kell adni) technológiánkénti és tevékenységenkénti bontásban.</p> <p>A hulladékok gyűjtési módjának ismertetése.</p> <p>A hulladékok telephelyen belül történő kezelésének, tárolásának, az ezeket megvalósító létesítmények és technológiák részletes ismertetése, beleértve azok műszaki és környezetvédelmi jellemzőit.</p> <p>A telephelyről kiszállított (export is) hulladékok fajtánkénti ismertetése és mennyisége. A hulladékot szállító, átvevő szervezet azonosító adatai, a hulladékszállítás folyamatának (eszköze, módja, útvonala) ismertetése.</p> <p>A hulladékgazdálkodási terv, a keletkező hulladékok mennyiségének és környezeti veszélyességének csökkentésére tett intézkedések ismertetése.</p> <p>Más szervezettől átvett (import is) hulladékok minőségi összetételének, mennyiségének és származási helyének (átadó azonosító adatai), valamint kezelésének ismertetése.</p> <p>A begyűjtéssel átvett hulladékok minőségi összetételének, mennyiségének és származási helyének (átadó azonosító adatai), valamint kezelésének ismertetése.</p>	
3.4.	<p>3.4. Talaj</p> <p>A terület-igénybevétel és a területhasználat megváltozásának adatai.</p> <p>A talaj jellemzése a multifunkcionális tulajdonságai alapján, különös tekintettel a változásokra (vegyi anyagok, hulladékok stb.).</p> <p>A tevékenységből származó talajszennyezések és megszüntetési lehetőségeinek bemutatása.</p> <p>Prioritási intézkedési tervek készítése.</p> <p>Remediációs megoldások bemutatása</p>	<p>g) a létesítmény szennyező forrásai,</p> <p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,</p> <p>i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével, kiemelve az esetleges országhatáron átterjedő hatásokat,</p>

3.5.	<p>3.5. Zaj és rezgés</p> <p>A tevékenység hatásterületének meghatározása zaj- és rezgésvédelmi szempontból, feltüntetve és megnevezve a védendő objektumokat, védendőnek kijelölt területeket.</p> <p>A zaj/rezgésforrások leírása, a tényleges terhelési helyzet meghatározása, összehasonlítása a határértékekkel.</p>	<p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,</p> <p>i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével,</p>
3.6.	<p>3.6. Az élővilágra vonatkozó környezetterhelés és igénybevétel bemutatása</p> <p>A területhasználattal érintett életközösségek (növény- és állattársulások) felmérése és annak a természetes, eredeti állapothoz, vagy környezetében lévő, a tevékenységgel nem érintett területekhez való viszonyítása.</p> <p>A tevékenység következtében történő igénybevétel módjának, mértékének megállapítása. A biológiailag aktív felületek meghatározása.</p> <p>A tevékenység káros hatásaira legérzékenyebben reagáló indikátor szervezetek megjelölése.</p> <p>Az eddigi károsodás mértékének meghatározása.</p>	<p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,</p> <p>i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével, kiemelve az esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat,</p>
3.7.		<p><i>h) a létesítményből származó kibocsátások várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan</i></p>
4.	<p>4. Rendkívüli események</p> <p>A rendkívüli esemény, illetve üzemzavar miatt a környezetbe került vagy kerülő szennyező anyagok, valamint hulladékok minőségének és mennyiségének meghatározása környezeti elemként.</p> <p>A megelőzés és a környezetszennyezés elhárítása érdekében teendő intézkedések, haváriatervek, kárelhárítási tervek bemutatása.</p>	<p>l) minden olyan intézkedést, amely, a biztonságot, szolgálják, különös tekintettel a 3. §-ban meghatározott követelmények teljesülésére,</p>

5.	<p>5. Összefoglaló értékelés, javaslatok</p> <p>A környezetre gyakorolt hatás értékelése, bemutattva a környezeti kockázatot is.</p> <p>Környezetvédelmi engedéllyel rendelkező tevékenység esetén az engedélykérelemhez elkészített tanulmányok hatás-előrejelzéseinek összevetése a bekövetkezett hatásokkal.</p> <p>A felülvizsgálat és a korábbi vizsgálatok eredményei, illetve határozatok alapján meg kell határozni azokat a lehetséges intézkedéseket, amelyekkel az érdekelt a veszélyeztetés mértékét csökkentheti, illetve a környezetszennyezés megszüntetése érdekében, vagy a környezet terheltségének figyelembevételével annak elfogadható mértékűre való csökkentését érheti el.</p> <p>Ha az engedély nélküli tevékenységet új telepítési helyen valósították meg, akkor ismertetni kell a telepítés helyén az ökológiai viszonyokban és a tájban valószínűsíthető vagy bizonyítható változásokat, és az esetleges káros hatások ellensúlyozására bevezetett intézkedéseket.</p> <p>Javaslatot kell adni a szükséges beavatkozásokra, átalakításokra, ezek sürgősségére, időbeli ütemezésére.</p>	<p>j) a létesítményből származó kibocsátás megelőzésére, vagy amennyiben a megelőzés nem lehetséges, a kibocsátás csökkentésére szolgáló technológiai eljárások és egyéb műszaki megoldások, valamint <i>ezeknek a mindenkori elérhető legjobb technikának való megfelelése,</i></p> <p><i>k) szükség esetén a hulladék keletkezésének megelőzésére, a keletkezett hulladék hasznosítására,</i> valamint a nem hasznosítható hulladék környezetszennyezést, illetve -károsítást kizáró módon történő ártalmatlanítására szolgáló megoldások,</p> <p>l) minden olyan intézkedést, amely az <i>energiahatékonyságot,</i> a biztonságot, a szennyezések megelőzését, illetve csökkentését szolgálják, különös tekintettel a 3. §-ban meghatározott követelmények teljesülésére,</p>
6.	<p>Kiemelten kell foglalkozni a környezetszennyezésre, -veszélyeztetésre utaló jelenségekkel, és szükség esetén javaslatot kell tenni az érintett terület feltárására, az észlelő, megfigyelő rendszer kialakítására.</p>	<p>m) a létesítményből származó kibocsátások mérésére (monitoring), folyamatos ellenőrzésére szolgáló módszerek, intézkedések.</p>

8. Melléklet

Az e fejezetben közölt módszerek, a kapcsolódó kibocsátási és/vagy felhasználás értékek, illetve tartományok a következő lépésekre kiterjedő iterációs eljárással kerültek értékelésre:

- a területhez kapcsolódó környezetvédelmi kulcs kiadványok meghatározása; fémek és műanyagok felületkezelése. Ezek vonatkoznak az alábbiakra:
 - o menedzsment rendszerek és a telephely felépítése
 - o víz és nyersanyag felhasználás és kibocsátás
 - o veszélyes anyagok helyettesítése
 - o energia felhasználás
 - o telephely szennyeződés a tevékenység megszűnésekor
- a kulcskérdések alapján a legfontosabb eljárások vizsgálata
- a környezeti szempontból legjobb üzemeltetési paraméterek meghatározása az Európai Unióban, illetve a világon rendelkezésre álló adatok alapján.
- azoknak a feltételeknek a vizsgálata, amelyekkel e környezeti szempontból legjobb üzemeltetési paramétereket elérték; ilyenek pl. a költségek, keresztthatások, az eljárások megvalósításának legfontosabb hajtó tényezői.
- az elérhető legjobb technikák (BAT), valamint a kapcsolódó kibocsátási és/vagy felhasználás értékek kiválasztása erre a területre vonatkozóan..
- Ezen értékelés alapján, ebben a fejezetben közöljük azokat a módszereket, valamint a BAT alkalmazásához kapcsolódó lehetséges kibocsátási és felhasználási értékeket, amelyek alkalmazhatók ezen a területen, mint egészen, és sok esetben visszatükrözik a terület számos berendezésének jelenlegi működését. Ahol a „elérhető legjobb technikákhoz kapcsolódó” kibocsátás vagy felhasználás értékek szerepelnek, ezek úgy értendők, mint olyan értékek, amelyek a környezeti hatásokat reprezentálják, és amelyek ezen a területen az ismertetett eljárások alkalmazásának eredményeként jelezhetők előre, figyelembe véve a költségek egyenlegét és a BAT definíciójában rejlő előnyöket. Azonban, ezek sem emisszió, sem pedig felhasználási határértékek, és nem is értendők ilyeneknek. Néhány esetben műszakilag lehetséges jobb emisszió vagy felhasználás értékeket elérni, de a fellépő költségek következtében vagy a keresztthatásokat figyelembe véve, nem tekintendők BAT-ként alkalmazandónak a terület egészét tekintve. Azonban, ezek az értékek számos speciális esetben indokoltnak tekinthetők, ahol speciális hajtóerők léteznek.

A BAT használatához kapcsolódó emisszió és felhasználás értékek az összes megadott jellemző (az iparban átlagos) feltétellel (pl. átlagolási időtartam) együtt tekintendők.

Az előbbieken ismertetett „BAT-hoz kapcsolódó értékek” fogalmat meg kell különböztetni az ebben a dokumentumban máshol használt „elérhető érték” kifejezéstől. Ahol egy érték „elérhető”-ként szerepel egy speciális eljárás vagy eljárások kombinációja alkalmazásával, ez úgy értendő, hogy azt az értéket jelenti, amit várhatóan elérnek egy adott időtartam alatt, egy jól karbantartott és üzemelő berendezésben vagy eljárással, a megadott módszerek alkalmazásával.

Szándékunk szerint az ebben a fejezetben közölt általános BAT referencia pontként szolgál egy meglévő berendezés aktuális működésének vagy egy új berendezésre vonatkozó javaslatnak a megítéléséhez. Ily módon segítségül használható fel a megfelelő „BAT-alapú” feltételek meghatározásánál a berendezésekhez. Várhatóan az új berendezések úgy tervezhetők, hogy teljesítsék az itt közölt általános BAT értékeket, vagy haladják meg azokat. Szándékaink között szerepel az is, hogy a meglévő berendezések elmozdulhatnak az általános BAT-ban kö-

zölt vagy azt meghaladó értékek irányába; az adott eljárás műszaki és gazdasági megvalósíthatóságának megfelelően.

Miközben a BAT referencia dokumentumok jogilag nem kötelező szabványok, szándékaink szerint útmutatóként szolgálnak az ipar számára, az elérhető emisszió és felhasználás értékekről, a megadott technika alkalmazásakor. Bármely speciális esetre megfelelő határértékeket kell meghatározni, figyelembe véve az IPPC irányelveket és a helyi szempontokat.

Néhány alapvető megállapítás e dokumentum alkalmazója / olvasója segítségére

E dokumentum készítése során számos fontos kérdés merült fel a környezeti kulcskérdések meghatározásakor:

- habár az ipar - méretét és a tevékenységi tartományokat tekintve - összetett, ugyanazok a környezeti kérdések érvényesek minden esetben. E kérdések bemutatásának módszere ugyancsak széles területű, és sok esetben átvihető egyik területről a másikra. Ez a fejezet ezért kiterjed azokra a BAT-okra, amelyek általánosak az összes tevékenységre és azokra is, amelyek specifikusak bizonyos tevékenységekre
- feltétlenül ajánlott, hogy az 3.16. részt a 3. fejezet elejével együtt olvassa el. Az olvasó segítségére a 3.16. rész hivatkozásokat tartalmaz a teljes 3. fejezetre vonatkozóan.
- sok tényező hat azokra a döntésekre, hogy helyi szinten egy berendezés alkalmazható-e egy technológiai vagy tisztítási eljáráshoz. Olyan tényezőket kell figyelembe venni a dokumentum alkalmazásakor helyi szinten, mint pl. a kezelés típusa, a berendezés környezeti hatása, a berendezés kora, a rendelkezésre álló hely.

A BAT alkalmazása során elért kibocsátási és fogyasztási szintek

Kibocsátások Mg/Nm ³	Kibocsátási tartományok a BAT alkalmazásával Mg/Nm ³	Nagy méretekben folytatott acél tekerics tevékenységek Mg/Nm ³	A kibocsátási tartományokat eredményező technikák, amelyeket a helyi környezetvédelmi követelmények elérése érdekében alkalmaznak
Nitrogén oxidok (összes savképző mint NO ₂)	<5-500		Gázmosók vagy adszorpciós tornyok általában 200 mg/l értéket érnek el, a lúgos gázmosók alacsonyabbat
Hidrogén fluorid	<0,1-2		Lúgos mosótorny
Sósav	<0,3-30	Ón vagy króm (elektrokémiai krómozás) eljárás 25-30	Alacsony értékek érhetőek el csővégi technikák nélkül Vizes mosótorny
SO _x mint SO ₂	1,0-10		Ellenáramoltatású torony finom lúgos mosótorny nyal
Ammónia mint N- NH ₃	0,1-10 megjegyzés: adat az áram nélküli nikkelezésre vonatkozik. Nyhl gyártásra nincs adat.		Nedves mosótornyok
Hidrogén-cianid	0,1-3,0		Nem levegővel történő keverés Alacsony hőmérsékletű eljárások Cianid-mentes eljárások

			A tartomány alacsonyabb értékei lúgos mosótornyokkal érhetőek el
Cink	<0,01-0,5	Cink vagy cink-nikkel eljárás 0,2-2,5	Alacsony értékek érhetőek el csővégi technikák nélkül Vizes mosótornyok
Réz	<0,01-0,02		Alacsony értékek érhetőek el csővégi technikák nélkül
Cr VI és vegyületek mint króm	Cr (VI) <0,01-0,2 Összes Cr < 0,1		Cr (VI) helyettesítése Cr (III)-al vagy krómmentes technikákkal Cseppleválasztó Mosótornyok vagy adszorpciós tornyok
Ni és vegyületek mint nikkel	<0,01-0,1		Alacsony értékek érhetőek el csővégi technikák nélkül Kondenzáció a hőcserélőben Vizes vagy lúgos mosótornyok Szűrő
Szálló por	<5-30	Ón vagy króm (elektrokémiai krómozás) Eljárás 1-20	A kezelés nem feltétlenül szükséges. Száras szálló por kezelése szükséges lehet, hogy a tartomány alacsonyabb értékei elérhetőek legyenek, az alábbiakkal: Mosótorny Ciklon Szűrő A nedves eljárások, nedves lúgos mosótorny alkalmazásával elérhetőek a tartomány alacsonyabb értékei

25. táblázat: Levegőbe történő kibocsátási tartományok a BAT alkalmazásával, néhány létesítményre vonatkozóan

A felületkezelő üzemek általános, jellemző adatai, amelynek elérése jelentős mértékben függ az adott üzem egyéb körülményeitől (külföldi adatok)

Üzemi hőmérséklet (°C)	Az oldat keverése és levegő elszívás nélkül (W/m ² kádfelület)	Az oldat keverése nélkül, levegő elszívással (W/m ² kádfelület)	Az oldat keverése és levegő elszívás esetében (W/m ² kádfelület)
30	352	559	839
35	530	837	1209
40	757	1196	1677
45	1048	1635	2268
50	1426	2198	3012
55	1922	2910	3949
60	2587	3815	5129

65	3505	4973	6621
70	4842	6469	8521
75	6844	8436	10974
80	10279	11096	14212
85	17386	17386	21188
90	41412	41412	46023

26. táblázat: Meleg oldatok fajlagos (felületegységre vonatkozó) hővesztesége

Folyamat	Fémveszteség (%)
Nikkel (elektrokémiai)	19
Nikkel (autokatalitikus / kémiai)	45
Réz (elektrokémiai)	9
Réz (autokatalitikus / kémiai)	16
Tüzi horganyzás (nem ezen anyag tárgya)	6
Kadmium (elektrokémiai)	8
Króm (kemény)	40
Króm (dekoratív)	52

27. táblázat: A fémfelhasználás hatásfoka galvanizáláskor

Folyamat	Fémveszteség (%)
Réz pácolás (réz és ötvözetei)	0,013
Cink pácolás (réz és ötvözetei)	0,045
Rozsdamentes acél pácolás (18 % Cr és 10 % Ni)	0,12
Nyomtatott huzalozású lemezen réz maratás	10
Őn-ólom leoldás	15
Alumínium pácolása	2

28. táblázat: Fémveszteség pácolásnál és kapcsolódó eljárásoknál

Vállalat	Kezelt felület (m ² /év)	Felhasznált zsírtalanítószer (t/év)	Fajlagos felhasználás (t/100 000 m ²)
1	158 000	1,24	0,78
2	200 000	12,8	6,4
3	63 000	0,13	0,2
4	468 000	12,4	2,6
5	66 000	7,0	9,0

29. táblázat: Zsírtalanító vegyszerek fajlagos felhasználása

Vállalat	Kezelt felület (m ² /év)	Savfelhasználás (a sav fajtája és erőssége nem ismert) (t/év)	Fajlagos savfelhasználás (t/100 000 m ²)
1	158 000	24	15
2	200 000	202	101
3	63 000	21	33
4	468 000	150	32
5	66 000	1,3	2

30. táblázat: Pácolószerek fajlagos felhasználása

Vállalat	Bevont felület m ² /év	Cink kibocsátás kg/év	Króm kibocsátás kg/év	Fajlagos cink kibocsátás kg/100 000 m ²	Fajlagos króm kibocsátás kg/100 000 m ²
A	63 000	3036	0,91	4600	1370
B	468 000	0,825	0,187	0,176	0,04
C	158 000	3900	1120	1120	0,709

31. táblázat: Nehézfémek fajlagos kibocsátása a szennyvízbe

Szennyező	Jellemző kibocsátás mg/l
Cr(VI)	<0,05
Összes Cr	<0,5
Al	<1,5
Ni	<0,5
Lebegő anyag	<15
KOI	30-300

32. táblázat: Jellemző kibocsátások anódos oxidációnál, hagyományos szennyvízkezelést alkalmazva

Üzem adatai			1. Üzem	2. Üzem	3. Üzem	4. Üzem	5. Üzem	6. Üzem	7. Üzem
Kádak térfogata, m ³			8,2	>10	22	~50	11x18	~150	~90
Perem-elszívás						nincs			
légtisztítás módja			légmosó	légmosó	semmi	abszorpció	légmosó	semmi	légmosó
Elszívott levegő ³ /h			6 500	<10 000	12 000	3000-6000	<8 500	~50 000	30 000
Mosó vegyszer			Nátrium-hidroxid oldat	Nátrium-hidroxid oldat	semmi	víz	Nátrium-hidroxid oldat	semmi	víz
Pácösszetétel									
Salétromsav %			20-40	<30	12	~	<40	nem ismeretes	nem ismeretes
Hidrogén-fluorid			<7	<2	4	5	<7	nem ismeretes	0
Pácadalék			nitrit		nitrit				
Kibocsátás, mg/m³	TA Luft kibocsátási határérték	NeR kibocsátási határérték	Mért értékek: minimum - maximum						
NO _x	500		4-45	<15	21-29		15-40 (határérték 200)	<12	<5
HF	3	3	0,04-0,06	<0,1	2-5	0,01-0,1		0,05-0,07	
HCl	30	10 vagy 30						0,07-0,27	<0,4
H ₂ SO ₄	5								<0,6
NaOH	5								0
NH ₃	30								<0,2
CN ⁻	5							0,25-0,46	
Cr(VI)ionok	1							<0,1	<0,3
Ni	1	0,05	<0,003					<0,1	

33. táblázat: Néhány német pácoló üzem levegő kibocsátása

Kibocsátás	Jellemző érték mg/Nm ³	Alkalmazható megoldás
Nitrogén-oxidok (összes savanhidrid, NO ₂ -re számolva)	200	Mosó vagy adszorpciós oszlop
Hidrogén-fluorid	2	Adszorpciós oszlop
Sósav	10	Ellenáramú töltött oszlop, majd lúgos mosótorony
Kénsav (köd)	5	Cseppfogó
SO _x , mint SO ₂	100	Ellenáramú töltött oszlop, majd lúgos mosótorony
Nátrium-hidroxid	5	
Ammónia (NH ₃) N -re számolva	30	
Cr(VI)vegyületek, Cr-re számolva	1	Cr(VI)vegyületek helyettesítése, Mosó vagy adszorpciós oszlop
Ni és vegyületei, Ni-re számolva	5	
Szálló por	50	Nedves mosóból

34. táblázat: Levegő kibocsátások jellemző értékei

A hulladék keletkezési helye	EWC-kód	A hulladék feldolgozás lehetséges módja	Maximális mennyiség (kg/1000 m ²)
A különböző fizikai és kémiai kezelések során keletkező iszapok, amelyek veszélyes anyagokat tartalmazhatnak	11 01 09*	Újrafeldolgozás	2500
Szennyvíziszap	11 01 09*	Ártalmatlanítás	1000
Savas marató oldatok	11 01 05*	Újrafeldolgozás	3000
Lúgos marató oldatok	11 01 07*	Újrahasznosítás, felfrissített maratószerként	2500
Alaplemez hulladék a méretre vágás után (aranyozás nélkül)	16 03 04	Újrafeldolgozás	1500
Alaplemez hulladék (aranyozott)	16 03 04	Au visszanyerés	100
Kifutási lemez fúrásnál	12 01 05	Ártalmatlanítás	1000
Fúrési és marási por	12 01 05	Ártalmatlanítás	600
Fúrési feltétlemez (Al)	12 01 03	Újrafeldolgozás	800
Fotóreziszt hulladékok	08 01 16	Ártalmatlanítás	400
Forrasztás gátló lakk hulladékok	08 01 18	Égetéssel	500
Filmek, védőfóliák (PP/PE)	15 01 02	Újrafeldolgozás	400
Nemesfémek és fémek összesen (Ag, Au, Cu, Ni, Pd, Sn/Pb)	11 01 98*	Újrafeldolgozás	100 - 500

35. táblázat: A nyomtatott huzalozású lemezek gyártása során keletkező legjellemzőbb veszélyes hulladékok maximális mennyisége.

A mennyiségek 1000 m² késztermék gyártására vonatkoznak. A hulladékok mennyisége nagymértékben függ a gyártmányösszetételtől, a gyártott lapok típusától és kivitelének minőségétől valamint a szilárd és folyékony hulladékok kezelésének a módjától.

	Technológia	kezelt felület, m ² /év	felhasznált fém, kg/m ²	fém hasznosítás %	Szennyvízkezelőben				szennyvízkezelés módja
					30 %HCl, kg/m ²	NaOH, kg/m ²	Szennyvíz m ³ /m ²	sz. iszap/m ² kg/m ²	
1	Cu(CN), Ni	54 000	Cu=0,02, Ni=0,019	Cu=82, Ni=66	0,04	0,39	0,037	--	ioncserés, Cu-visszanyerés
2	Cu (CN és savas), Ni, Cr	45 000	CrO ₃ =0,053, Ni=0,24	Cu=84, Ni=93, Cr=72	0,69	0,38*	0,093	0,296	ioncserés, , Na ₂ S, Cu-visszanyerés
3	Zn (CN)	63 000	Zn=0,063	Zn=85	0,30	0,95	0,048	0,083	Zn- és Cu-visszanyerés
4	Zn (savas)	66 000	Zn=0,15	Zn=84	0,26	0,10	0,038	0,106	ioncserés
5	Zn (lúgos)	160 000	Zn=0,64	Zn=77	0,26	0,28**	0,094	0,075	ioncserés
6	Zn (savas, lúgos)	200 000	Zn=0,12	Zn=63	1,15	0,60	0,063	0,210	ioncserés, poliszulfidos
7	Zn (CN)	468 000	Zn=0,11	Zn=72	0,16	0,04	0,013	0,155	ioncserés, bepárló

* + 1,6 kg/m² Ca(OH)₂

** + 2,8 kg/m² Ca(OH)₂

36. táblázat: Néhány német galvánüzem termelési, anyag felhasználási és kibocsátási adata

A magyar üzemeknél a fenti adatok nehezen gyűjthetők össze. Az öt vizsgált üzemnél a keletkező szennyvíz mennyisége 0,079 és 0,25 m³/m² között változott. A fémfelhasználásra horgany esetében két üzemben sikerült adatokat kapni: 0,13 és 0,47 kg/m², nikkal esetében egy adattal rendelkezünk: 0,08 kg/m². A keletkező fajlagos iszapmennyiségre, a szárazanyag tartalom bizonytalansága miatt csak egy üzemben ismeretes adat: 0,06 kg száraz iszap/m².

END