

TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ

Ezen referencia dokumentum a színesfémiparban használható legjobb elérhető technikákról (Best Available Technique = BAT) az Európai Tanács 96/61/EK számú irányelvének 16 (2) szakasza értelmében kivitelezett információcsere eredménye. A dokumentumot az előszó figyelembevételével kell tekinteni, amely leírja a dokumentum céljait és annak használatát.

A színesfémek előállításának igen összetett területének kezeléséhez egy olyan megközelítés került kiválasztásra, amely a fémek előállítását az elsődleges és másodlagos nyersanyagokból együtt, egy dokumentumban tárgyalja, a fémeket 10 csoportba sorolva. Ezen csoportok:

- Réz (beleértve az ónt és a berilliumot is) és ötvözetei
- Alumínium
- Cink, ólom és kadmium (+ Sb, Bi, In, Ge, Ga, As, Se, Te)
- Nemesfémek
- Higany
- Magas olvadáspontú fémek
- Ferroötvözetek
- Alkálifémek és alkáliföldfémek
- Nikkel és kobalt
- Szén és grafit

A szén- és grafitelőállítás külön csoportként szintén ide került besorolásra, mivel számos ilyen eljárás kapcsolódik a primer alumíniumkohókhöz is. Az ércek és dúsított ércek égetése és pörkölése, valamint a timföldgyártás ugyancsak ezen csoportokba került besorolásra. A bányászat és az ércek lelőhelyen történő feldolgozása nem tartozik ezen dokumentum hatálya alá.

A dokumentum tizenkét fejezetből áll: az 1. fejezet általános információkat tartalmaz, a 2. fejezet az összes színesfémre alkalmazott eljárásokat tárgyalja, majd a 3-12. fejezetek a tíz fenti csoportok mindegyikére külön érvényes kohászati eljárásokat veszi sorra. Végezetül a 13. fejezet tartalmazza a konklúziókat és az ajánlásokat. A költségeket és nemzetközi szabályozást a függelékek tartalmazzák. A 2. fejezetben leírt közös eljárások a következőképpen oszthatók fel:

- A fejezet használata – komplex alkalmazások
- A kibocsátási adatok felhasználása és jelentések készítése
- Irányítás, tervezés és betanítás
- A nyersanyagok átvétele, tárolása és kezelése
- A nyersanyagok előfeldolgozása és előkezelése, majd átvitele a gyártási folyamatokba
- Fémelőállítási eljárások – kemencétypusok és folyamatirányítási technikák
- Gázfelfogás és levegőtisztítási technikák
- A távozó szennyvíz kezelése és újrahasznosítása
- A folyamatok maradékanyagának (beleértve a melléktermékeket és a hulladékot) minimalizálása, újrahasznosítása és kezelése
- Energia és hulladékhő visszanyerése
- Környezeti elemek közötti kölcsönhatások
- Zaj és rezgés
- Szagok
- Biztonsági kérdések
- Üzemleállítás

A 2-12. fejezetek mindegyike tartalmaz egy szakaszt az alkalmazott eljárásokról és technikákról, a jelenlegi kibocsátási és anyagfelhasználási szintekről, a BAT meghatározása során megfontolásra érdemes technikákról, valamint a BAT konklúziókról. A 2. fejezetre vonatkozóan a BAT konklúziók csak az anyagkezelésre és tárolásra, a folyamatirányításra, a

gázgyűjtésre és tisztításra, a dioxin eltávolításra, a kén-dioxid kinyerésére, a higanyszennyezés csökkentésére és a szennyvíz kezelésére/újrahasznosításra terjed ki. A teljes megértéshez az összes fejezet BAT következtetéseit figyelembe kell venni.

1. A színesfémipar

AZ EU-ban legalább 42-féle színesfém, valamint ferroötvözeteket, szenet és grafitot állítanak elő és használnak különböző területeken, mint a kohászat, a vegyipar, az építőipar, a közlekedés és az elektromos áram előállítás és továbbítása. A nagy tisztaságú réz például alapvető fontosságú a villamos áram előállítás és továbbítás területén, míg a nikkel és a magas olvadáspontú fémek már kis mennyiségben is javítják az acél korrózióállóságát és egyéb tulajdonságait. A színesfémeket számos csúcstechnológiai fejlesztés során is alkalmazzák, különösen a hadi-, a számítógép, az elektronikai és a távközlési iparban.

A színesfémeket különböző elsődleges és másodlagos nyersanyagokból állítják elő. Az elsődleges nyersanyagokat bányászott ércekből nyerik, amelyeket tovább kezelnek, mielőtt kohászati módszerekkel dolgoznák fel azokat nyersfémekké. Az ércek feldolgozására általában a bányák közelében kerül sor. A másodlagos nyersanyagok közé tartoznak a saját forrásból származó fémhulladékok és maradékanyagok, amelyeket szintén alávethetnek bizonyos előkezeléseknek a bevonati réteget képező anyagok eltávolítására.

Európában a gyakorlati értékű koncentrációban fémeket tartalmazó érclelőhelyek már nagyjából kimerültek és csak kevés saját forrás áll rendelkezésre. A dúsított érceket ezért nagyjából külső forrásokból szerzik be a világ különböző pontjairól.

Az újrahasznosítás számos fém esetén fontos eleme a nyersanyag biztosításának. Többek között a réz, az alumínium, az ólom, a cink, a nemesfémek és a magas olvadáspontú fémek visszanyerhetők a belőlük készült termékekből, illetve maradékanyagokból, és minőségcsökkenés nélkül visszaforgathatók a termelésbe az újrahasznosítás során. Összességében a másodlagos nyersanyagok igen nagy arányban kerülnek felhasználásra, csökkentve a nyersanyag- és az energiafogyasztást.

A színesfémipar termékei vagy a finomított fém, vagy pedig az úgynevezett félgyártmány vagy félkész termékek, azaz öntött fém és fémötvözet bugák, tömbök, tuskók, sajtolással előállított profilos termékek, lemezek, szalagok, rudak, stb.

Az iparág szerkezete az adott fémtől függően. Egyetlen cég sem állítja elő a színesfémek mindegyikét, habár több olyan pán-európai cég van, amely többféle fémeket is előállít, pl. rézet, ólomot, cinket, kadmiumot, stb.

A fémeket és fémötvözeteket gyártó európai cégek mérete igen eltérő: néhány közülük több mint 5000 embert foglalkoztat, míg legtöbbjük 50 és 200 fő közötti alkalmazottal működik. A tulajdonosi szerkezet is változatos a pán-európai tulajdonságtól és nemzeti fémipari csoportoktól kezdve különböző ipari holding társaságokon keresztül független részvénytársasági vagy más formában működő vállalkozásokig.

Egyes fémek nélkülözhetetlenek mint nyomelemek, azonban nagyobb koncentrációk esetén a fém, az ion vagy a vegyület toxikussá válik, így több fém szerepel a mérgező anyagok listáin. A legtöbb problémát az ólom, a kadmium és a higany okozzák.

2. Környezeti kérdések a színesfémiparban

A színesfémek elsődleges nyersanyagokból történő előállítása során a legfontosabb környezetvédelmi kérdések a por és a fém/fémvegyületek valamint a kén-dioxid levegőbe való kibocsátása dúsított szulfidos ércek pörkölése és kohósítása, illetve kéntartalmú tüzelőanyagok vagy más anyagok alkalmazása során. A kén összegyűjtése és átalakítása vagy eltávolítása ezért kulcsfontosságú tényező a színesfémek előállításánál. A pirometallurgiai kohászati eljárások

a por- és fémszennyezés potenciális forrásai, melyek a kohókból és a reaktorkemencékből származnak, valamint a fémolvadék szállítása során szabadulnak fel.

Az energiafogyasztás, valamint a hő és az energia visszanyerése igen fontos tényezők a színesfémek előállítása során. Ezek függenek a szulfidos ércek energiatartalmának hatékony felhasználásától, a folyamat egyes szakaszainak energiaigényétől, a használt energia típusától és alkalmazási módjától, valamint a hővisszanyerés hatékony módszereinek alkalmazásától. A dokumentum 2. fejezete gyakorlati példákat is ad ezekre.

A színesfémek másodlagos nyersanyagokból történő előállításának főbb környezetvédelmi problémái ugyancsak a különböző kemencékből származó és a szállítások során felszabaduló gázok, amelyek port, fémeket és az eljárás bizonyos lépései során gáz halmazállapotú savképző vegyületeket („savas gázokat”) tartalmaznak. Ugyancsak fennáll a dioxinok képződésének lehetősége a másodlagos nyersanyagok nyomnyi mennyiségű klórtartalma miatt. A dioxin és az illékony szerves vegyületek lebontásának és/vagy befogásának megoldására jelenleg is nagy erőfeszítések folynak.

A kohóalumínium esetén a legfőbb környezeti problémák a polifluorozott szénhidrogének és fluorid képződése az elektrolízis során, valamint az elektrolizáló kádakból származó és a timföldgyártás során képződő szilárd hulladék.

A szilárd hulladék képződése ugyancsak probléma a cink és más fémek előállítása során a vastalanítási lépésekben.

Más eljárások veszélyes reagenseket használnak, így például HCl-t, HNO₃-t, Cl₂-t és szerves oldószereket a feltáráshoz és tisztításhoz. A fejlett feldolgozási technikák segítségével lehetséges ezen anyagok biztonságos kezelése, visszanyerése és újrahasznosítása. A reaktor szigetelése igen jelentős kérdés e tekintetben.

A legtöbb esetben a melléktermékként keletkező gázokat szövegszűrőkkel tisztítják, így a por és a fémvegyületek, például az ólom kibocsátása csökken. A nedves gáztisztító berendezéseket és nedves elektrosztatikus lecsapó-berendezéseket alkalmazó gáztisztítás különösen hatékony az olyan gázok esetén, amelyekből ként nyernek ki a kénsavat gyártó üzemekben. Bizonyos esetekben, amikor a por dörzsölő hatású vagy nehezen szűrhető, a nedves gáztisztítók ugyancsak hatásosak. A kemence tömítése, valamint a fedett szállítás és tárolás alkalmazása igen lényegesek a kezeletlenül kiszökő szennyezőanyagok kibocsátásának megelőzése szempontjából.

Összefoglalva a fentiekben felsorolt fémek minden csoportjának előállítása során a legfontosabb problémák az alábbiak:

- A réz előállítása során melléktermékként keletkezik: SO₂, por, fémvegyületek, szerves vegyületek, szennyvíz (fémvegyületek), maradékanyagok, mint például kemencefali lerakódások, iszap, szűrőpor és salak. A dioxinképződés a másodlagos rézalapanyagok feldolgozása során ugyancsak problémát okoz.
- Az alumínium előállítása során: fluoridok (köztük HF), por, fémvegyületek, SO₂, COS, PAH, illékony szerves vegyületek, üvegházhatásért felelős gázok (PFC-k és CO₂), dioxinok (másodlagos), kloridok és HCl. Maradékanyagok, mint például bauxitmaradék, az elektrolizáló kádak elhasznált bélése, a szűrőn megkötött por, salak és szennyvíz (olaj és ammónia).
- Az ólom, cink és kadmium előállítása során: por, fémvegyületek, illékony szerves vegyületek (köztük dioxinok), kellemetlen szagú gázok, SO₂, egyéb savas gázok, szennyvíz (fémvegyületek), maradékanyagok, mint például iszap, vasban gazdag maradékanyagok, szűrőn megkötött por és salak.
- A nemesfémek előállítása során: illékony szerves vegyületek, por, fémvegyületek, dioxinok, kellemetlen szagú gázok, NO_x, egyéb savas gázok, pl. klór és SO₂. Maradékanyagok, mint például iszap, szűrőpor, salak és szennyvíz (fémvegyületek és szerves vegyületek).

- A higany előállítása során: higanygőz, por, fémvegyületek, kellemetlen szagú gázok, SO₂, egyéb savas gázok, szennyvíz (fémvegyületek), maradékanyagok, mint például iszap, szűrőpor és salak.
- A magas olvadáspontú fémek, keményfém porok és fémkarbidok előállítása során: por, szilárd keményfém és fémvegyületek, szennyvíz (fémvegyületek), maradékanyagok, mint például szűrőpor, iszap és salak. Az eljárás során alkalmazott vegyszerek, mint például a tantál és a nióbbium feldolgozása során használt hidrogén-fluorid (HF) igen mérgezőek. Ezt figyelembe kell venni ezen anyagok kezelése és tárolása során.
- A ferroötvözetek előállítása során: por, fémvegyületek, CO, CO₂, SO₂, energia-visszanyerés, szennyvíz (fémvegyületek), maradékanyagok, mint például szűrőn megkötött por, iszap és salak.
- Az alkálifémek és alkáliföldfémek előállítása során: klór, HCl, dioxin, SF₆, por, fémvegyületek, CO₂, SO₂, szennyvíz (fémvegyületek), maradékanyagok, mint például iszap, alumínát, szűrőpor és salak.
- A nikkel és kobalt előállítása során: illékony szerves vegyületek, CO, por, fémvegyületek, kellemetlen szagú gázok, SO₂, klór és egyéb savas gázok, szennyvíz (fémvegyületek és szerves vegyületek), maradékanyagok, mint például iszap, szűrőpor és salak.
- A szén és a grafit előállítása során: PAH-k, szénhidrogének, por, kellemetlen szagú gázok, SO₂, szennyvízkezelés megelőzése, maradékanyagok, mint például szűrőpor.

3. Alkalmazott eljárások

A különböző üzemekben használt nyersanyagok palettája igen széles, ami azt jelenti, hogy nagy számú különböző kohászati eljárásokat alkalmaznak. Több esetben az alkalmazott eljárás kiválasztását a nyersanyagok határozzák meg. Az alábbi táblázat összefoglalja a színesfémek előállítására használt kemence típusokat:

Kemence	Használt fémek	Használt anyagok	Megjegyzés
Gőzfűtőkígyós szárító Fluidágyas szárító Gyorsszárító	Cu és néhány egyéb	Dúsított ércek	
Forgódobos kemence	A legtöbb fém esetén szárításra. ZnO kigőzölgötetésére. Timföld, Ni és ferroötvözetek kalcinálására. Nemesfém előállításakor fotófilm égetésre. Cu és Al fémhulladék olajmentesítésére.	Ércek, dúsított ércek és különböző fémhulladékok és maradékanyagok.	Szárítási, kalcinálási és kigőzölgötetési alkalmazások. Égetőkemenceként használva.
Fluidizált ágyas	Réz és cink Al ₂ O ₃	Dúsított ércek. Al(OH) ₃	Pörkölés és égetés.
Felszálló áramú zsugorító berendezés	Cink és ólom	Dúsított ércek, másodlagos nyersanyagok	Zsugorítás.
Leszálló áramú zsugorító berendezés	Cink és ólom	Dúsított ércek, másodlagos nyersanyagok	Zsugorítás.
Acélhevederes zsugorító	Ferroötvözetek, Mn, Nb	Érc	Más alkalmazások is lehetségesek
Herreshoff (Wedge) kemence	Higany. Molibdén (rénium kinyerés)	Ércek és dúsított ércek	Égetés, pörkölés.

Száritó-, pörkölő-, zsugorító- és kalcinálókemencék

Kemence	Használt fémek	Használt anyagok	Megjegyzés
Zárt, tűzálló bélésű olvasztótégelyek	Magas olvadáspontú fémek, speciális ferroötvözetek	Fém-oxidok	
Felül nyitott aknakemencék	Magas olvadáspontú fémek, speciális ferroötvözetek	Fém-oxidok	
Baiyin	Réz	Dúsított ércek	
Elektromos ívkemence	Ferroötvözetek	Dúsított ércek, ércek	
Contop-/ciklon	Réz	Dúsított ércek	
Merülőelektrodás elektromos ívkemence	Nemesfémek, réz, ferroötvözetek.	Salak, másodlagos nyersanyagok, dúsított ércek.	Ferroötvözetek előállításához nyitott, félig zárt és zárt típusokat is használnak.
Forgódobos kemence	Alumínium, ólom, réz, nemesfémek	Fémhulladék és egyéb másodlagos nyersanyagok, konverterréz	Oxidálás és szubsztrátummal való reakció
Billenthető forgódobos kemence	Alumínium	Fémhulladék és egyéb másodlagos nyersanyagok	Minimalizálja a folyósító adalék (flux) használatát
Lángkemence	Alumínium, réz, egyéb	Fémhulladék és egyéb másodlagos nyersanyagok, feketeréz	Cu koncentrátumok olvasztására máshol a világban
Vanyucov	Réz	Dúsított ércek	
ISA olvasztó/Ausmelt	Réz, ólom	Félkész termékek, dúsított ércek és másodlagos nyersanyagok	
QSL	Ólom	Dúsított ércek és másodlagos nyersanyagok	
Kivcet	Ólom Réz	Dúsított ércek és másodlagos nyersanyagok	
Noranda	Réz	Dúsított ércek	
El Teniente	Réz	Dúsított ércek	
TBRC TROF	Réz (TBRC), Nemesfémek	A legtöbb másodlagos nyersanyag, beleértve a fémiszapot is	
Mini olvasztókemence	Réz/ólom/ón	Fémhulladék	
Nagyolvasztó és ISF	Ólom, ólom/cink, réz, nemesfémek, magas széntartalmú ferromangán (karbüré)	Dúsított ércek, a legtöbb másodlagos nyersanyag	Ferromangán előállításra csak energia visszanyeréssel együtt használják.
Inco flash kemence	Réz, nikkel	Dúsított ércek	
Röptében olvasztó kemence	Réz, nikkel	Dúsított ércek	
Mitsubishi-eljárással működő kemence	Réz	Dúsított ércek és anódos fémhulladék	
Peirce Smith kemence	Réz (konverter), Ferroötvözetek, fém-oxid előállítás	Szulfidos és anódos fémhulladék	
Hoboken kemence	Réz (konverter)	Szulfidos és anódos fémhulladék	
Röptében reagáltató kemence	Réz (konverter)	Szulfidos fémhulladék	
Noranda konverter	Réz (konverter)	Szulfidos fémhulladék	
Mitsubishi konverter	Réz (konverter)	Szulfidos fémhulladék	

Kemence	Használt fémek	Használt anyagok	Megjegyzés
Indukciós	A legtöbb	Tiszta fém és hulladékfém.	Az indukált keverés segíti az ötvözést. Egyes fémek esetén vákuum is használható
Elektronsugaras	Magas olvadáspontú fémek	Tiszta fém és hulladékfém.	
Forgódobos	Alumínium, ólom	Különböző tisztasági fokú hulladékfémek.	Folyósítóadalékok és fedősók komplex öntőformák esetén.
Lángkemence	Alumínium (kohó- és másodöntésű)	Különböző tisztasági fokú hulladékfémek.	A medence-, ill. kádkialakítás változhat. Olvasztás vagy hőntartás.
Contimelt	Réz	Rézanóda, tiszta fémhulladék és konverterréz.	Integrált kemencerendszer.
Aknás kemence	Réz	Rézkatóda és tiszta fémhulladék.	Redukciós feltételek
Dobkemence (Thomas)	Réz	Réz fémhulladék	Olvasztás, tűzi fémfinomítás (raffinálás)
Hevített olvasztótégely (közvetett fűtésű üstkemence)	Ólom, cink	Tiszta fémhulladék	Olvasztás, finomítás, ötvözés
Közvetlenül hevített olvasztótégely	Nemesfémek	Tiszta fém	Olvasztás, ötvözés

Olvasztókemencék

Nedves (hidrometallurgiai) eljárásokat szintén alkalmaznak. Savakat és lúgokat (NaOH, Na₂CO₃-t is) használnak különböző pörkölékek, ércek és dúsított ércek fémtartalmának felbontására a finomítás és elektrolitikus kinyerés előtt. Az oldószerrel feltárni kívánt anyag rendszerint oxidformában található, vagy oxidos ércként vagy pörköléssel előállított oxidként. Egyes dúsított vagy szulfidos ércek (kéneskövek) közvetlen oldószeres kinyerését (feltárását) légköri és magasabb nyomáson is végzik. Egyes rézszulfid ércek feltárása kénsavval vagy más oldószerrel is történhet, időnként természetes baktériumokat is alkalmazva az oxidálódás és a feloldódás segítésére, amely esetekben azonban meglehetősen hosszú tartózkodási időt alkalmaznak.

Az oldószeres feltáró rendszerekhez levegő, oxigén, klór és vas-kloridot tartalmazó oldatok megfelelő feltételeket biztosítanak a feloldáshoz. Az előállított oldatokat többféle módon kezelik a fémek tisztításához és kinyeréséhez. Elterjedt gyakorlat, hogy a kimerített oldatokat lehetőség szerint visszaforgatják a lúgozási szakaszba annak érdekében, hogy takarékoskodjanak a savakkal és a lúgos oldatokkal.

4. Jelenlegi kibocsátási és anyagfelhasználási szintek

A nyersanyagok választéka ugyancsak lényeges tényező, és hatással van az energiafelhasználásra, a képződő maradékanyagokra és az egyéb felhasznált anyagok mennyiségére. Példa erre a szennyeződések, mint például a vas eltávolítása a salakba, ahol a jelenlévő szennyeződés mennyisége határozza meg a képződött salak és a felhasznált energia mennyiségét.

A környezetet terhelő szennyezőanyag kibocsátások függenek az alkalmazott szennyezőanyag-gyűjtő vagy tisztító rendszerektől. A következő táblázat az információcsere során nyert, jelenleg működő tisztítóeljárásokat szemlélteti:

Tisztítási technika	A jelentések szerinti szennyező-kibocsátások			Fajlagos kibocsátások (1 tonna előállított fémre)
	szennyező-anyag	minimum	maximum	
Szövetszűrő, forró EP ¹ és ciklon	Por (az összetételtől függő fémek)	< 1 mg/Nm ³	100 mg/Nm ³	100 - 6000 g/t
Szénszűrő	Összes C	< 20 mg/Nm ³		
Utánégető (beleértve a dioxin hőbontását)	Összes C	< 2 mg/Nm ³	100 mg/Nm ³	10 - 80 g/t
	Dioxin (TEQ)	< 0.1 ng/Nm ³	5 ng/Nm ³	5 - 10 µg/t
	PAH (EPA)	< 1 µg/Nm ³	2500 µg/Nm ³	
	HCN	< 0.1 mg/Nm ³	10 mg/Nm ³	
Nedves vagy félszáraz gáztisztító	SO ₂	< 50 mg/Nm ³	250 mg/Nm ³	500 - 3000 g/t
	Szénhidrogének	<10 mgC/Nm ³	200 mgC/Nm ³	
	Klór	< 2 mg/Nm ³		
Alumínium-oxid gáztisztító	Por	< 1 mg/Nm ³	20 mg/Nm ³	
	Szénhidrogének	< 1 mgC/Nm ³	50 mgC/Nm ³	
	PAH (EPA)	< 20 µg/Nm ³	2000 µg/Nm ³	
Klórkinyerés	Klór	< 5 mg/Nm ³		
Optimalizált égésű alacsony NO _x termelő égető	NO _x	10 mg/Nm ³	500 mg/Nm ³	
Oxidáló gáztisztító	NO _x		< 100 mg/Nm ³	
Kénsav-gyártó üzem a SO ₂ átalakításával	kétszeres átáramoltatás	99.3 %	99.7%	1 - 16 kg/t
	egyszeres átáramoltatás	95	99.1%	
Hűtő, EP, mész/szén abszorpció és szövetszűrő	PAH (EPA)	0.1 mg/Nm ³	6 mg/Nm ³	
	Szénhidrogének	20 mgC/Nm ³	200 mgC/Nm ³	

A jelenlegi szennyezőanyag-kibocsátások jelentések szerinti szintje

A termékgázokat felfogják és szövetszűrőkön átvezetve tisztítják meg, ezáltal csökkentve a por és a fémvegyületek, mint például az ólomvegyületek emisszióját. A korszerű szövetszűrők jelentős fejlődést mutatnak teljesítményük, megbízhatóságuk és élettartamuk alapján. A dioxinok és illékony szerves vegyületek eltávolítására utánégetőket és szénabszorpciót alkalmaznak.

¹ EP = Electostatic Precipitator, azaz elektrosztatikus leválasztó.

A be nem fogott gázokat és az elillanó szennyezőket azonban nem kezelik. PORKIBOCSÁTÁSRA kerül sor a nyersanyagok tárolása, mozgatása és előkezelése során is, amelyek során a szennyezőként eltávozó por ugyancsak jelentős szerepet játszhat. Ez egyaránt igaz az elsődleges és a másodlagos előállítási technikákra, minthogy jelentőségük jóval nagyobb lehet, mint a felfogott és megtisztított kibocsátott anyagoké. Gondos üzemtervezésre és működtetésre van szükség a termékgázok felfogása és kezelése érdekében azokban az esetekben, ha a kibocsátott anyagmennyiségek jelentősek.

Amint az alábbi táblázatból látható, az illékony és össze nem gyűjtött emittált szennyezők problémája igen fontos kérdés:

	Por emisszió kg/év	
	Másodlagos gázelszívás bevezetése előtt (1992)	Másodlagos gázelszívás bevezetése után (1996)
Anódról származó t/év	220000	325000
Eltávozó szennyezők		
Kohó összesen	66490	32200
Kohó tetővonalában	56160	17020
Elsődleges kohókémény emissziók		
Kohó/sav üzem	7990	7600
Kéménybe épített másodlagos elszívók	2547	2116

A csökkentett és az eltávozó pormennyiség összehasonlítása egy primer rézkohóban

Számos eljárás alkalmaz zárt hűtő- és technológiai víz rendszereket, de ennek ellenére fennáll a nehézfémek vízbe jutásának veszélye. A vízfogyasztást és a szennyvízképződést csökkentő, valamint a technológiai víz kezelésére vonatkozó módszereket a 2. fejezet tekinti át.

A maradékanyagok képződése ugyancsak jelentős tényező ezen iparágban, azonban a visszamaradó anyagok gyakran tartalmaznak még kinyerhető mennyiségű fémet és elterjedt gyakorlat, hogy ezeket a maradékanyagokat az üzemben belül vagy máshol felhasználják a fémek kinyerésére. A képződött salak sokszor kémiaiilag inert, nem tárható fel oldatos módszerrel, ezeket általában útépítési és hasonló célokra használják fel. Más salakok, mint például a különböző sókat tartalmazó salakok további feldolgozásnak vethetők alá egyéb összetevők kinyerésére melyeket más iparágokban használnak fel. Az adott iparágban azonban biztosítani kell, hogy ezeket az eljárásokat csak magas szintű környezetvédelmi szabványok betartása mellett alkalmazzák.

5. Főbb BAT-következtetések

A színesfém előállításról készült BREF referenciadokumentum elkészítéséhez elvégzett információcsere lehetővé tette a BAT meghatározásához szükséges következtetések levonását a gyártásra és a kapcsolódó folyamatokra vonatkozóan. Éppen ezért át kell tekinteni az egyes fejezetek BAT-ot leíró szakaszait ahhoz, hogy a BAT-ot és az ahhoz kapcsolódó eljárásokat és szennyezőanyag kibocsátásokat teljes egészében megérthessük. A legfontosabb eredmények az alábbiakban kerülnek összefoglalásra.

- **Előkészületi tevékenységek**

A folyamatirányítás és felügyelet, valamint az eljárás és szennyezéscsökkentő rendszerek vezérlése igen fontos tényezők. A megfelelő betanítási gyakorlatok és kezelők képzése és motiválása szintén fontosak, különösen a környezetszennyezés megelőzésének szempontjából. A nyersanyagkezelés megfelelő technikái mellett elkerülhető az elszívárgó anyagok emissziója. Egyéb fontos technikák még:

- Új eljárás vagy nyersanyag esetén a környezeti hatások felmérése a projekt lehető legkorábbi szakaszában, valamint ezek rendszeres felülvizsgálata a későbbiekben.
- A folyamat olyan megtervezése, hogy az a várt nyersanyagok teljes skáláját fogadni tudja. Súlyos problémák adódhatnak például abból, ha a gázáramok túl nagyok, vagy ha az anyag energiaigénye magasabb a vártnál. A tervezési szakasz a költséghatékonyság szempontjából a legfontosabb időszak a környezeti összteljesítményt javító intézkedések bevezetésére.
- Eseménynapló vezetése a tervezési és döntéshozatali folyamat auditálásáról, amely feltünteti a különböző felmerült eljárásokat és szennyezéscsökkentő lehetőségeket.
- Üzemindítási eljárások tervezése új vagy módosított üzem esetén.

Az alábbi táblázat összefoglalja a nyersanyag-tárolási és kezelési technikákat az anyag típusa és jellemzői alapján:

Nyersanyag	Fém csoport	Kezelési módszer	Tárolási módszer	Megjegyzések
Dúsított ércek	Összes – ha por képződik	Zárt futószalagok vagy pneumatikus	Zárt épület	A vízszennyezés megelőzése
	Összes – ha por nem képződik	Fedett futószalagok	Fedett tároló	
Finom szemcsés anyag (pl. fémpor)	Tűzálló fémek	Zárt futószalagok vagy pneumatikus Fedett futószalagok	Zárt hordók, tartályok és bunkerek	A vízszennyezés és az elillanó gázemissziók megelőzése.
Másodlagos nyersanyagok:	Összes – nagy tételek	Mechanikus rakodó	Nyitott	A vízszennyezés vagy a vízzel való reakciók megelőzése. Olajleszűrés a fémforgácsból.
	Összes – kis tételek	Megtöltött adagolóedények	Fedett tartályok/medencék	
	Összes – finom anyag	Zárt vagy agglomerált	Zárt, ha poros	
Salakképző anyagok:	Összes – ha por képződik	Zárt futószalagok vagy pneumatikus	Zárt épület	A vízszennyezés megelőzése
	Összes – ha por nem képződik	Fedett futószalagok	Fedett tároló	
Szilárd tüzelőanyag és koksz:	Összes	Fedett futószalagok ha por nem képződik	Fedett tároló, ha por nem képződik	
Folyékony tüzelőanyagok és LPG	Összes	Magasan vezetett csővezeték	Felülvizsgált tároló. Kármentő területek.	A szállítóvezetékek visszaszellőztetése
Termékgázok:	Összes	Magas csővezeték, csökkentett nyomású csővezeték (klór, CO)	Felülvizsgált tároló	Nyomásvesztés ellenőrzése, riasztó mérgező gázok esetén.
Oldószerek	Cu, Ni, Zn-csoport, PM, szén	Magas csővezeték, manuális	Hordók, tartályok	A szállítóvezetékek visszaszellőztetése
Termékek – katódok, huzalalapanyagok, bugák, ingotok, préselvények, stb.	Összes	A körülményektől függ.	Betonalapú nyitott vagy fedett tároló.	Megfelelő vízvezetési rendszer.
A folyamatok maradványanyagai visszanyerésre.	Összes	A körülményektől függ.	Nyitott, fedett vagy zárt, a porképződéstől és a vízzel való reakciótól függően.	Megfelelő vízvezetési rendszer.
Eltávolítandó hulladékanyagok (pl. kemencefali lerakódások)	Összes	A körülményektől függ.	Nyitott, fedett vagy zárt, a porképződéstől és a vízzel való reakciótól függően.	Megfelelő vízvezetési rendszer.

Összefoglalás a nyersanyagokról és a kezelési technikákról

A kemence konstrukciója, a megfelelő előkezelési módszerek és a folyamatirányítás a BAT szempontjából lényeges jellemzőkként kerültek meghatározásra.

A nyersanyag elegyítés (betétösszeállítás) a folyamat optimalizálására segít megelőzni a nem megfelelő anyag használatát és maximalizálja a folyamat hatékonyságát. A betétanyagból való mintavételezés és annak elemzése és egyes anyagok kiválasztása fontos tényezők ezen technika használata során.

A megfelelő konstrukció, karbantartás és ellenőrzés fontos tényezők az összes feldolgozási és szennyezéscsökkentési eljárás és tisztítási lépés során. A környezetbe kibocsátott emissziókból való mintavétel és ellenőrzésük a nemzeti vagy nemzetközi szabványos módszerek alapján kell hogy történjen. A folyamat lépései vagy a tisztítás kivitelezése során beállított fontos paramétereket nyomon kell követni. Amennyiben kivitelezhető, a kulcsparaméterek folyamatos ellenőrzését kell végezni.

- **Folyamatirányítás**

Az optimális paraméterek, mint például a hőmérséklet, nyomás, gázösszetevők és egyéb kritikus folyamatjellemzők mérését és szinten tartását megcélzó folyamatirányítási technikákat BAT-nak tekintik.

A nyersanyagokból történő mintavétel és elemzés az üzemi körülmények szabályozására. Cél a különböző betáplált anyagok megfelelő elegyítése az optimális konverzió elérésére, illetve a szennyező kibocsátások és a selejtek csökkentésére.

A kiindulási anyagok mennyiségét mérő rendszerek, valamint a mikroprocesszorok alkalmazása a betáplálendő anyagok adagolási sebességének a beállítására, illetve a kritikus folyamatok és az égési körülmények szabályozására, a gázbevezetés lehetőségével kiegészítve lehetővé teszi a folyamatok működtetésének optimalizálását. Több paraméter is mérhető ennek biztosítása érdekében, valamint riasztók állíthatók be a kritikus paraméterek észlelésére, többek között az alábbiakra:

- A hőmérsékletnek, a kemence nyomásának (vagy a vákuumnak) és a gáztérfogat vagy az áramlás on-line ellenőrzése.
- A gáz halmazállapotú összetevők (O₂, SO₂, CO, por, NO_x, stb.) ellenőrzése.
- A rezgés on-line ellenőrzése a boltozódások (anyagberagadások) és az esetleges üzemzavarok észlelésére.
- Az áramerősség és a feszültség on-line ellenőrzése az elektrolitikus folyamatok során.
- A szennyezőanyag-emisszió on-line ellenőrzése a kritikus folyamatjellemzők vezérlésére.
- Az olvasztókemencék hőmérsékletének ellenőrzése és vezérlése a fém és fémoxid füstgáz túlhevülés miatti képződésének megelőzésére.

A kezelőket, mérnököket és egyéb munkatársakat folyamatosan képezni és tájékoztatni kell a műveleti utasításokat, a modern szabályozási technikákat, valamint a vészjelzők jelentőségét és a riasztások esetén követendő magatartást illetően.

A felügyelet szintjének optimalizálása annak érdekében, hogy a fentieket megfelelően kihasználják és fenntartsák a kezelői felelősséget.

- **Gázfelfogás és tisztítás**

Az alkalmazott füstgázfelfogó rendszerekben kemence- és reaktortömítést kell használni, és olyan konstrukcióval kell rendelkezniük, hogy a csökkentett nyomást fenn tudják tartani a szivárgások és az elszökő emissziók megelőzésére. Olyan rendszereket kell alkalmazni, amelyekben megfelelően karbantartják a kemencetömítettséget és az elszívó-berendezéseket. Példák: az anyag elektródán keresztül történő adagolása, fűvókán vagy lándzsán keresztül történő hozzáadás, valamint robusztus forgószelepek (gömbzárak) alkalmazása az adagoló rendszerekben. Az alkalmazott rendszer legyen intelligens, amely képes a füstgáz elvezetését annak forrása és időtartama alapján szabályozni.

Általában véve a por és az ahhoz kapcsolódó fém eltávolítására a szövetszűrők alkalmazása (hővisszanyerés és a gáz hűtése után)nyújtja a legjobb teljesítményt, amennyiben modern, kopásálló és a szemcséknek megfelelő szűrőt használnak, és folyamatos ellenőrzést biztosítanak az esetleges üzemhibák észlelésére. A modern szűrőanyagok (pl. membránszűrők) jelentős javulást eredményeznek a teljesítmény, megbízhatóság és élettartam terén is, és ezáltal középtávon költségmegtakarítást is jelentenek. Már meglévő üzemekben is alkalmazhatók és a karbantartás során felszerelhetők. Ezek már a szűrőzsák sérülését észlelő rendszereket és on-line tisztítási módszereket is alkalmaznak.

Ragacsos vagy finom eloszlású porok esetén nedves elektrosztatikus leválasztók vagy gázmosók is hatékonyak lehetnek, amennyiben megfelelően, az adott alkalmazáshoz tervezik azokat.

A fémszínítési vagy égetési szakasz során a gázok kezelésének ki kell terjednie a kén-dioxid eltávolítására és/vagy utánégetésére amennyiben ez szükséges a helyi, regionális vagy hosszú távú levegőminőségi problémák megoldásához, vagy ha dioxinok lehetnek jelen.

A nyersanyagokban lehetnek olyan eltérések, amelyek befolyásolják az összetevők körét, vagy egyes összetevők fizikai állapotát, például a keletkezett porszemcsék méretét és fizikai jellemzőit. Ezeket helyileg kell felmérni.

- **A dioxinok keletkezésének megelőzése és roncsolása**

A dioxinok jelenlétét vagy azok kialakulását egy folyamat során sok pirometallurgiai eljárásban figyelembe kell venni a színesfémgyártás terén. Az egyes fémekre vonatkozó fejezetek konkrét példákat is említenek. Ezekben az esetekben az alábbiakban leírt technikák tekintendők a BAT-nak a dioxinok képződésének megelőzésére és a már jelen levő dioxinok roncsolására. Ezen technikák kombinációja is alkalmazható. Egyes színesfémek katalizálhatják a „de-novo” szintézist és egyes esetekben már tisztított gázra lehet szükség a további szennyezéscsökkentés kivitelezéséhez.

- A fémhulladék bevitel minőségi kontrollja az alkalmazott eljárástól függően. A megfelelő kiindulási anyag alkalmazása az adott kemencéhez vagy eljáráshoz. Válogatás szükséges, hogy megakadályozzuk olyan anyagok bejutását a reaktorba, melyek szerves anyaggal, vagy más olyan vegyületekkel szennyezettek, melyek elősegítik a dioxinképződést. Megfelelő konstrukciójú és működtetésű utánégetők alkalmazása, valamint a forró gázok gyorsűtése 250°C alá.
- Optimális égési körülmények biztosítása. Oxigén befúvatása a kemence felső részébe, ami biztosítja a kemencegázok tökéletes elégését, amennyiben ez szükséges.
- Aktív szén abszorpció rögzített vagy mozgóágyas reaktorban vagy befúvatás a gázáramba és eltávolítás szűrőporként.
- Igen nagy hatékonyságú porleválasztás, például kerámiaszűrők, nagy kapacitású szövetszűrők vagy több lépcsős gáztisztítás alkalmazása a kénsvgyártó üzembe kerülés előtt.
- Katalitikus oxidációs szakasz vagy katalitikus bevonatú szövetszűrők használata
- Az összegyűjtött porok kezelése magas hőmérsékletű kemencékben a dioxinok elbontása és a fémek kinyerése céljából.

A fenti technikákhoz kapcsolódó emissziós koncentrációk a <0,1-0,5 ng/Nm³ TEQ tartományban mozognak a betáplált anyagoktól, ömlesztési vagy olvasztási eljárástól, valamint a dioxineltávolítási technikáktól vagy azok kombinációjától függően.

- **Metallurgiai eljárások**

A különböző üzemekben rendelkezésre álló nyersanyagok választéka igen széles, ami azt jelenti, hogy többféle metallurgiai eljárást szükséges a fém csoportok legtöbbszörre vonatkozó BAT szakaszokban tárgyalni. Több esetben az eljárás megválasztását a nyersanyag határozza

meg, így a kemencetípus csak kisebb hatással van a BAT-ra, amennyiben a kemencét az alkalmazott nyersanyagokra tervezték és energia-újrahasznosítást alkalmaznak, ahol lehetséges.

Vannak azonban kivételek is. A timföld többpontos adagolása közepén kialakított blokk-anódos kádakba lett BAT-ként azonosítva a kohóalumínium esetében, ahogyan a légmentesen zárt (tömített) kemencék használata bizonyos ferroötvözetek előállítására a magas kalóriaértékű gáz felfogásának érdekében. A primer réz esetében a lángkemence nem tekinthető BAT-nak. További lényeges tényező még a nyersanyagok elegyítése, a folyamatszabályozás, irányítás, valamint a füstgázok felfogása. Egy új vagy módosított eljárás esetén a kiválasztási hierarchia a következő:

- A másodlagos nyersanyagok mechanikai vagy termikus előkezelése a kemencebetét szerves szennyezettségének minimalizálására.
 - Légmentesen tömített kemencék és egyéb berendezések használata az illékony szennyezők visszatartására, valamint a hővisszanyerés és a keletkezett gázok egyéb célú felhasználására (pl. CO mint tüzelőanyag és SO₂ mint a kénsavgyártás alapanyaga) vagy a szennyezés csökkentésére.
 - Félig zárt kemencék alkalmazása olyan esetekben, ha zárt kemencék nem alkalmazhatók.
 - Az anyagátadás minimalizálása az egyes eljárások között.
 - Abban az esetben, ha a folyamatok közötti anyagátadás elkerülhetetlen, öntőcsatornák alkalmazása öntőüstök helyett a megolvadt anyagok mozgatására.
 - Bizonyos esetekben csak olyan technikák alkalmazása, amelyek kiküszöbölik az olvadékanyagok átadását, lehetetlenné téve bizonyos másodlagos anyagok visszanyerését, amelyek ezáltal a hulladékáramba kerülnek. Ezekben az esetekben a másodlagos vagy harmadlagos füstgáz begyűjtés alkalmazható az anyagok visszanyerésére.
 - Elszívóernyős és csővezetékes konstrukciók alkalmazása a forró fémek, a szulfidos keverék vagy a salak mozgatása, illetve a csapolás során felszálló füstgáz felfogására.
 - Szükséges lehet a kemence vagy a reaktor burkolattal való ellátása a füstgázoknak a légkörbe való távozásának megakadályozására.
 - Ahol az elsődleges extrakció és az elkülönítés is valószínűleg eredménytelen, ott a kemence lehet teljesen zárt, és a szellőztető levegőt elszívó ventilátorok távolítják el megfelelő kezelés utáni kibocsátásra.
 - A kéntartalmú dúsított ércnek energiataralmának maximális kiaknázása.
- **Levegőbe kibocsátott szennyezők**

A levegőbe kibocsátott emissziók a tárolás, mozgatás, előkezelés, pirometallurgiai és hidrometallurgiai eljárások során fordulhatnak elő. Az anyagátadás és mozgatás különösen fontos. A rendelkezésre álló adatok megerősítették, hogy az eltávozó emissziók jelentősége több eljárásban igen nagy és hogy a szennyezőanyag-kibocsátás mértéke jóval magasabb is lehet, mint az összegyűjtött és megtisztított anyagok mennyisége. Ezekben az esetekben lehetséges a környezeti terhelés csökkentése a gázfelfogási technikák hierarchiájának követésével az anyagátadástól és mozgatástól, a reaktorokon és kemencéken át, az anyagátadási pontokig. A lehetséges kikerülő szennyezőket az eljárás tervezésének és fejlesztésének minden szakaszára figyelembe kell venni. A gázfelfogási hierarchia az összes feldolgozási szakaszra vonatkozóan a következő:

- Az eljárás optimalizálása és az emissziók minimalizálása;
- Zárt reaktorok és kemencék;
- Célzott füstgáz befogás;

A füstgáznak a tetőszinten történő felfogása igen energiaigényes és csak mint utolsó lehetőség alkalmazható.

Az alábbi táblázat összefoglalja a levegőbe kibocsátott szennyezők potenciális forrásait, valamint áttekintést ad a megelőzési és problémakezelési módszerekről is. A levegőbe kibocsátott szennyezőkről a felfogott szennyezők alapján készítenek jelentést. A kapcsolódó emisszió értékek napi átlagként kerültek feltüntetésre a működési időszak alatti folyamatos megfigyelés alapján. Azon esetekben, amikor a folyamatos megfigyelés nem kivitelezhető, az érték a mintavételi időszak átlaga. Az alkalmazott standard mérési feltételek: 273 K, 101,3 kPa, mért oxigéntartalom és száraz gáz a gázok hígítása nélkül.

A kén befogása igen fontos követelmény olyan esetekben, amikor szulfidos érceket vagy koncentrátumokat pörkölnék vagy olvasztanak. Az eljárás során keletkező kén-dioxidot felfogják és kinyerik, mint ként, kalcium-szulfátot (ha nincs környezeti elemek közti kölcsönhatás) vagy kén-dioxidot, vagy pedig kénsavvá alakítják át. Az eljárás megválasztása függ attól, hogy van-e helyileg piac a kén-dioxidra. BAT-nak tekintendő a kénsav gyártása kétszeresen érintkeztető rendszerű kénsavgyártó üzemben legalább négy menetben, vagy egyszeresen érintkeztető üzemben kalcium-szulfát előállításával a maradékgázból modern katalizátor alkalmazásával. Az üzem konfigurációja függ a pörkölési vagy olvasztási szakaszban keletkező kén-dioxid koncentrációjától

Feldolgozási szakasz	Összetevők a véggázban	Kezelési módszer
Anyagmozgatás és tárolás.	Por és fémek.	Megfelelő tárolás, mozgatás és átadás. Porfelfogás és szövetszűrő, ha szükséges.
Őrlés, szárítás	Por és fémek.	Eljárás szerinti működtetés. Porfelfogás és szövetszűrő, ha szükséges
Zsugorítás/pörkölés Ömlesztés Konverterezés Égetéses tisztítás	Illékony szerves vegyületek, dioxinok.	Utánégető, adszorbens vagy aktív szén hozzáadása.
	Por és fémvegyületek.	Gázfelfogás, gáztisztítás szövetszűrővel, hővisszanyerés.
	Szén-monoxid	Utánégető, ha szükséges
	Kén-dioxid	Kénsavgyártó üzem (kéntartalmú ércek esetén) vagy gázmosó
Salakkezelés	Por és fémek.	Gázfelfogás, hűtés és szövetszűrő.
	Kén-dioxid.	Gázmosó berendezés
	Szén-monoxid.	Utánégető
Feltárás és kémiai tisztítás	Klór.	Gázösszegyűjtés és újrahasznosítás, nedves vegyi gáztisztító.
Karbonil tisztítás	Szén-monoxid. Hidrogén	Zárt eljárás, visszanyerés és újrafelhasználás. Utánégető és poreltávolítás szövetszűrővel a véggázokból.
Oldószeres extrahálás	Illékony szerves vegyületek (a használt oldószertől függ és helyileg kell meghatározni a lehetséges veszély felbecslése érdekében)	Behatárolás, gázfelfogás, oldószer visszanyerés. Szén adszorpció, ha szükséges.
Termikus tisztítás	Por és fémek.	Gázfelfogás és szövetszűrő.
	Kén-dioxid.	Gázmosó berendezés, ha szükséges
Olvasztott sós elektrolízis	Fluorid, klór, PFC-k	Eljárás szerinti működtetés. Gázfelfogás, gázmosó berendezés (timföld) és szövetszűrő.

Elektrodok kiszáritása, grafitosítás	Por, fémek, SO ₂ , fluorid, PAH-ok, kátrányok	Gázfelfogás, kondenzátor és EP, utánégető vagy timföld gázmosó és szövetszűrő. Gázmosó, ha szükséges a SO ₂ -re
Fémpor-előállítás	Por és fémek	Gázfelfogás és szövetszűrő.
Porképződés	Por, ammónia	Gázfelfogás és visszanyerés Savas közegű gázmosó.
Magas hőmérsékletű redukció	Hidrogén	Zárt eljárás, újrahasznosítás.
Elektrolitikus kinyerés	Klór. Sav köd.	Gázfelfogás és újrahasznosítás. Nedves gázmosó. Ködleválasztó.
Olvasztás és öntés	Por és fémek.	Gázbefogás és szövetszűrő.
	Illékony szerves vegyületek, dioxinok (szerves betét)	Utánégető (Szén belövellés)
Megjegyzés: A por szövetszűrővel történő leválasztásához szükséges lehet a forró szemcsék eltávolítása a tüzesetek megelőzésére. Gáztisztító rendszerekben a kénsavgyártó üzem előtt, illetve nedves gázok esetén forró elektrosztatikus szeparátorokat alkalmaznak.		

Összefoglaló a szennyezési forrásokról, illetve a kezelési és tisztítási lehetőségekről

A következő táblázat összefoglalja a BAT-nak tekintett tisztítórendszerekhez kapcsolódó emissziós szinteket a színesfémgyártási eljárások során. Az egyes fémekre vonatkozó fejezetek BAT-következtetéseket tartalmazó részei további részletek is tartalmaznak.

Tisztítási technika	Engedélyezett mennyiség	Megjegyzés
Szövetszűrő	Por 1 - 5 mg/Nm ³ Fémek – függ a por összetételétől	Függ a por jellemzőitől.
Szén vagy bioszűrő	Összes szerves C < 20 mg/Nm ³	Fenol < 0.1 mg/Nm ³
Utánégető (beleértve a dioxin hőbontását)	Összes szerves C < 5 - 15 mg/Nm ³ Dioxin < 0.1 – 0.5 ng/Nm ³ TEQ PAH (OSPAR 11) < 200 µgC/Nm ³ HCN < 2 mg/Nm ³	Gáztérfogatra tervezett. Más technikák is léteznek a dioxinok további csökkentésére, pl. szén/mész beinjektálás, katalitikus reaktorok/filterek.
Optimalizált égési körülmények	Összes szerves C < 5 - 50 mg/Nm ³	
Nedves EP kerámia filter	Por < 5 mg/Nm ³	Függ a jellemzőktől, pl. por, nedvesség vagy magas hőmérséklet
Nedves vagy félszáraz alkáli gázmosó	SO ₂ < 50 - 200 mg/Nm ³ Tar < 10 mg/Nm ³ Klór < 2 mg/Nm ³	
Timföld gáztisztító	Por 1 - 5 mg/Nm ³ Szénhidrogén < 2 mg/Nm ³ PAH (OSPAR 11) < 200 µgC/Nm ³	
Klór visszanyerés	Klór < 5 mg/Nm ³ .	A klórt újrahasznosítják. Véletlenszerű szennyező szivárgás lehetséges
Oxidáló gáztisztító	NO _x < 100 mg/Nm ³	A salétromsav használatától – a visszanyerést követi a szennyező nyomok eltávolítása.
Alacsony NO _x tartalmat biztosító égető.	< 100 mg/Nm ³	Az energiafelhasználás csökkentésére alkalmazott oxigéndúsításhoz magasabb értékek tartoznak. Ezekben az esetekben a gáztérfogó és a tömeg emisszió csökken.
Oxigén-táplálta égető.	< 100 - 300 mg/Nm ³	

Kénsavgyártó üzem	> 99,7% konverzió (kétérintkezéses)	Beleértve a Boliden/Norzing eljárást használó higanyos gázmosót vagy a tioszulfát gázmosót Hg < 1 ppm képződik a savban.
	> 99,1% konverzió (egyérintkezéses)	
Hűtőberendezés, EP, mész/szén abszorpció és szövetszűrő	PAH (OSPAR 11) < 200 µgC/Nm ³ Szénhidrogének (illó) < 20 mgC/Nm ³ Szénhidrogének (kondenzált) < 2 mgC/Nm ³	
<p>Megjegyzés. Csak a befogott emissziók. A kapcsolódó emissziók napi átlagként kerültek feltüntetésre a működési időszak alatti folyamatos megfigyelés alapján és standard mérési feltételek mellett, azaz: 273 K, 101,3 kPa, mért oxigéntartalom és száraz gáz a gázok levegővel való hígítása nélkül. Azon esetekben, amikor a folyamatos megfigyelés nem volt kivitelezhető, az érték a mintavételi időszak átlaga. Az alkalmazott szennyezéscsökkentési rendszerben a gáz és a por jellemzőit figyelembe kell venni a rendszer tervezése során és a megfelelő működtetési hőmérsékletet kell alkalmazni. Egyes összetevőkre a nyers gáz koncentrációban a betáplált adag alatt beálló változások befolyásolhatják a szennyezéscsökkentési rendszer teljesítményét.</p>		

A BAT használatához kapcsolódó levegőbe kibocsátott szennyezőanyag-emissziók

Többféle reagenst is használnak a fémoldatok kémiai kezelése vagy különböző metallurgiai eljárások során. Az alábbi táblázat feltüntetni az ezen reagensek egyes vegyületeit, forrásait és a belőlük képződő gázok kezelési módszereit.

Eljárás/alkalmazott reagens	Összetevők a véggázban	Kezelési módszer
Arzén vagy antimon-oxid alkalmazása (Zn/Pb finomítása)	Arzin/antimon-hidrogén	Permanganátos gáztisztítás
Szurok, stb.	Kátrányok és PAH	Utánégető, kondenzátor és EP vagy száraz abszorber.
Oldószerek, illékony szerves vegyületek	Illékony szerves vegyületek, szag	Behatárolás, kondenzálás. Aktív szén, bioszűrő
Kénsav (+ kén a fűtőanyagban vagy a nyersanyagban)	Kén-dioxid	Nedves vagy félszáraz gáztisztító rendszer. Kénsavgyártó üzem.
Királyvíz	NOCl, NO _x	Lúgos gázmosás
Klór, HCl	Cl ₂	Lúgos gázmosás
Salétromsav	NO _x	Oxidálás és abszorbeálás, újrahasznosítás, gázmosó rendszer
Na vagy KCN	HCN	Hidrogén-peroxiddal vagy hipoklorittal való oxidálás
Ammónia	NH ₃	Visszanyerés, gázmosó rendszer
Ammónium-klorid	Aeroszol	Szublimálással történő visszanyerés, gázmosó rendszer
Hidrazin	N ₂ H ₄ (rákkeltő hatású anyag)	Gázmosó vagy aktív szén
Nátrium-borohidrid	Hidrogén (robbanásveszélyes)	Lehetőség szerint kerülendő PGM (platinafémeket kinyerő) eljárásban (különösen Os, Ru esetén)
Hangyasav	Formaldehid	Lúgos gázmosás
Nátrium-klorát/HCl	Cl ₂ oxidok (robbanásveszélyes)	Az eljárás végpontjának ellenőrzése

Áttekintés egyes gáznemű összetevők vegyi kezelési módszereiről

- Vízbe kibocsátott szennyezők**

A vízbe kibocsátott szennyezők többféle forrásból származhatnak és számos minimalizálási és kezelési lehetőség áll rendelkezésre a forrástól és a jelenlevő komponensektől függően. Általában véve a szennyvizek tartalmazhatnak oldódó és nem oldódó fémvegyületeket, olajat és szerves anyagokat. Az alábbi táblázat összefoglalja a potenciális szennyvíztípusokat, a fémgyártási eljárást, amelyhez kapcsolódnak, valamint a minimalizálási és kezelési módszereket.

A szennyvíz forrása	Kapcsolódó eljárás	Minimalizálási eljárások	Kezelési eljárások
Technológiai víz	Timföldgyártás, ólom-akkumulátor megszakítása. Pácolás.	Visszaforogni az eljárásba amennyire csak lehetséges.	Semlegesítés és lecsapás. Elektrolízis.
Közvetett hűtővíz	Kemencehűtés a legtöbb fém esetén. Elektrolitos hűtés Zn esetén.	Zárt vagy léghűtéses rendszerek alkalmazása. A rendszer nyomon követése, a szivárgások észlelése.	Ülepítés.
Közvetlen hűtővíz	Al, Cu, Zn öntés. Szénelektrodok.	Ülepítés. Zárt hűtési rendszer.	Ülepítés. Lecsapás, ha szükséges.
Salak granuláció	Cu, Ni, Pb, Zn, nemesfémek, ferro-ötvözetek.		Ülepítés. Lecsapás, ha szükséges.
Elektrolízis	Cu, Ni, Zn	Zárt rendszer. A szivárgó elektrolit elektrolitikus kinyerése.	Semlegesítés és lecsapás.
Hidrometallurgia (kifúvatás)	Zn, Cd	Zárt rendszer.	Ülepítés. Lecsapás, ha szükséges.
Szennyezés-csökkentési rendszer (kifúvatás)	Nedves gázmosók. Nedves EP és gázmosók a savgyártó üzemekben.	A gyengén savas áramok lehetőség szerinti újra felhasználása.	Ülepítés. Lecsapás, ha szükséges.
Felszíni vizek	Összes	Megfelelő nyersanyagtárolás és az illékony szennyezők visszatartása	Ülepítés. Lecsapás, ha szükséges. Szűrés.

Áttekintés a BAT-ról szennyvizekre vonatkozóan

A szennyvízkezelési rendszerek maximalizálhatják a fémek kinyerését ülepítéssel és esetleges szűréssel. A lecsapásra használt vegyszer lehet hidroxid, szulfid, vagy a kettő keveréke a jelenlevő fémek minőségétől függően. Sok esetben kivitelezhető a kezelt víz újrafelhasználása is.

	Fő összetevők [mg/l]					
	Cu	Pb	As	Ni	Cd	Zn
Technológiai víz	<0.1	<0.05	<0.01	<0.1	<0.05	<0.15
Megjegyzés: A vízbe kibocsátott emissziós értékek minősített véletlenszerű mintavétel vagy 24-órás vegyes minta alapján kerültek meghatározásra. A szennyvízkezelés mikéntje függ a forrástól és a szennyvízben található fémektől.						

A BAT alkalmazásához kapcsolódó vízbe történő szennyezőanyag-kibocsátások

- A folyamatokban képződő maradékanyagok**

A folyamatokban maradékanyagok az eljárás különböző szakaszaiban képződnek és összetételük jelentősen függ a nyersanyagok összetevőitől. Az ércek és a dúsított ércek az elsődlegesen előállítandó fém mellett több-kevesebb mennyiségben más fémeket is tartalmaznak. Az eljárásokat úgy tervezik meg, hogy azok kinyerjék az elsődlegesen megcélzott fém mellett az egyéb értékes fémeket is.

Ezen egyéb fémek általában az eljárás után fennmaradó maradékanyagokban koncentrálnak, majd ezek a maradékanyagok maguk is nyersanyagul szolgálhatnak más fémkinyerési eljárások számára. Az alábbi táblázat egy áttekintést ad az egyes eljárások során keletkező maradékanyagokról és feldolgozási lehetőségeikről.

A maradékanyag forrása	Kapcsolódó fémek	Maradékanyag	Feldolgozási lehetőség
Nyersanyagok kezelés, stb.	Összes fém	Por, hulladék	Betáplálás a fő folyamatba
Ömlesztő/olvasztó-kemence	Összes fém	Salak	Szerkezeti anyag salakkezelés után. A salak részei felhasználhatók tűzálló anyagként, pl. a króm előállításából származó salak
	Vas-ötvözetek	Gazdag salak	Nyersanyag egyéb vas-ötvöző eljárások számára
Konverter kemence	Cu	Salak	Visszajátás a kemencébe
Finomító kemence	Cu	Salak	Visszajátás a kemencébe
	Pb	Fölszék	Egyéb értékes fémek kinyerése
	Nemesfémek	Fölszék és salak	Belső újrahasznosítás
Salakkezelés	Cu és Ni	Tisztított salak	Építőanyag. Kéneskő előállítás.
Olvasztókemence	Összes fém	Fölszék, Salak és sókeverékek	Kezelés után visszaforgatás az eljárásba. Fémkinyerés, só és egyéb anyagok kinyerése
Elektrolitikus fémtisztítás	Cu	Elektrolit szivárgás Anód maradékok Anódiszap	Ni kinyerése Visszaforgatás a konverterbe Nemesfémek kinyerése
Elektrolitikus kinyerés	Zn, Ni, Co, PMs	Elektrolit véglúg	Újrafelhasználás a feltárási eljárásban
Elektrolízis sóolvadékból (olvadékelektrolízis)	Al	Elektrolizáló kádak elhasznált bélése Fölszék oldat Anódcsomók	Karburizáló anyag vagy hulladék Értékesítés elektrolitként Visszanyerés
	Na és Li	Cellaanyag	Hulladékvas tisztítás után
Lepárlás	Hg	Maradékanyagok (Hollines)	Újrafelhasználás mint betétanyag
	Zn, Cd	Maradékanyagok	Visszaforgatás a folyamatba
Lúgozás	Zn	Ferrit maradékanyagok	Biztonságos hulladékeltávolítás, újrafelhasználás, mint lúg
	Cu	Maradékanyagok	Biztonságos hulladékeltávolítás,
	Ni/Co	Cu/Fe maradékanyagok	Kinyerés, hulladékeltávolítás
Kénsavgyártó üzem		Katalizátor	Regenerálás
		Savas iszapok	Biztonságos hulladékeltávolítás,
		Gyenge savak	Lúgozás, hulladékeltávolítás
Kemencefali lerakódások	Összes fém	Tűzálló anyag	Salakképzőként való használat, hulladékeltávolítás
Őrlés, aprítás	Szén	Szén és grafitporok	Nyersanyagként való hasznosítás más folyamatokban
Pácolás	Cu, Ti	Használt sav	Visszanyerés

Száraz szennyezés-csökkentési rendszerek	Legtöbb esetben – szövetszűrők vagy EP-k használatával	Szűrőpor	Visszaforгатás az eljárásba Más anyagok kinyerése
Nedves tisztító-rendszerek	Legtöbb esetben – gázmosók vagy nedves EP-k használatával	Szűrőiszap	Visszaforгатás az eljárásba vagy más anyagok kinyerése (pl. Hg). Hulladékeltávolítás
Szennyvízkezelési iszap	Legtöbb esetben	Hidroxidos vagy kénes iszapok.	Biztonságos hulladékeltávolítás, újra-felhasználás
Feltárás	Timföld	Vörösiszap	Biztonságos hulladékeltávolítás, újra-felhasználás lúgként

Áttekintés a maradékanyagokról és a lehetséges kezelési módjaikról

A szűréskor visszamaradó porok visszaforgathatók ugyanazon üzemben vagy más fémek kinyerésére más színesfém-üzemben, esetleg egy harmadik társaság által más alkalmazásokra is.

A maradékanyagok és a salakok feldolgozhatók értékes fémek kinyerése céljából, illetve a maradékanyagok másfajta, pl. építőanyagként való használatra alkalmassá tételére. Egyes összetevők értékesíthető termékekké alakíthatók.

A szennyvízkezelés utáni maradékanyagok szintén tartalmazhatnak értékes fémeket, melyek bizonyos esetekben ugyancsak újrahasznosíthatók.

A szabályozásért felelős személyeknek és a berendezések kezelőinek egyaránt gondoskodniuk kell arról, hogy a maradékanyagok egy harmadik fél általi kinyerése magas környezetvédelmi szabványok szerint történik és nem okoz negatív kölcsönhatásokat a környezeti elemek között.

• Toxikus vegyületek

Az egyes kibocsátott vegyületek specifikus toxicitása (és az általuk okozott környezeti hatások) csoportról-csoportra változnak. Egyes fémeknek léteznek toxikus vegyületei, amelyek a folyamatokból kikerülhetnek, így ezek mennyiségét csökkenteni kell.

• Energia-visszanyerés

A tisztítás előtti vagy utáni energiavisszanyerés az esetek többségében alkalmazható, de fontosak a helyi viszonyok, például az olyan esetek, amikor nincs kimenet a visszanyert energia számára. Az energiavisszanyerésre vonatkozó BAT-megfontolások a következők:

- Gőz és elektromos áram előállítása hulladékhővel működő forralókban.
- A reakció hőjének felhasználása a dúsított érc vagy megolvasztott fémhulladékok konverterben való fémszínítésére vagy kalcinálására.
- Forró termékgázok használata a betétanyagok szárítására.
- A kemence-töltet előmelegítése a kemencegázok vagy más forrásból származó forró gázok energiatartalmának felhasználásával.
- Hővisszanyerő égők alkalmazása vagy az égést tápláló levegő előmelegítése.
- A képződött CO-gáz tüzelőanyagként való felhasználása.
- Az oldószerek melegítése forró termékgázokkal vagy folyadékokkal.
- Egyes nyersanyagok műanyagtartalmának tüzelőanyagként való felhasználása, amennyiben a jó minőségű műanyag nem nyerhető vissza és nem kerül sor illékony szerves vegyületek és dioxinok kibocsátására.
- Könnyű tűzálló anyagok alkalmazása ahol csak lehetséges.

6. A konszenzus foka és ajánlások a jövőbeli munkára vonatkozóan

Ez a BREF-dokumentum a Munkacsoport és az Információcsere Fórum 7. találkozója résztvevőinek magas szintű támogatását élvezi. A kritikai megjegyzések elsősorban az

információs hiányokra és a bemutatás egyes aspektusaira korlátozódnak (igény lenne rá, hogy több BAT-tal kapcsolatos emissziós és fogyasztási szintet közöljön a Tartalmi Összefoglaló).

Javasolt ezen dokumentum 4 éven belüli felülvizsgálata. Azon területek, ahol további erőfeszítések lennének szükségesek ahhoz, hogy az információk helytállóak legyenek, elsősorban az illékony szennyezőkre és a specifikus emisszió és anyagfelhasználási adatokra, valamint az eljárások maradékanyagaira, a szennyvízre, illetve a kis- és középvállalatokra vonatkozó kérdéseket illetően. A 13. fejezet további ajánlásokat is tartalmaz.